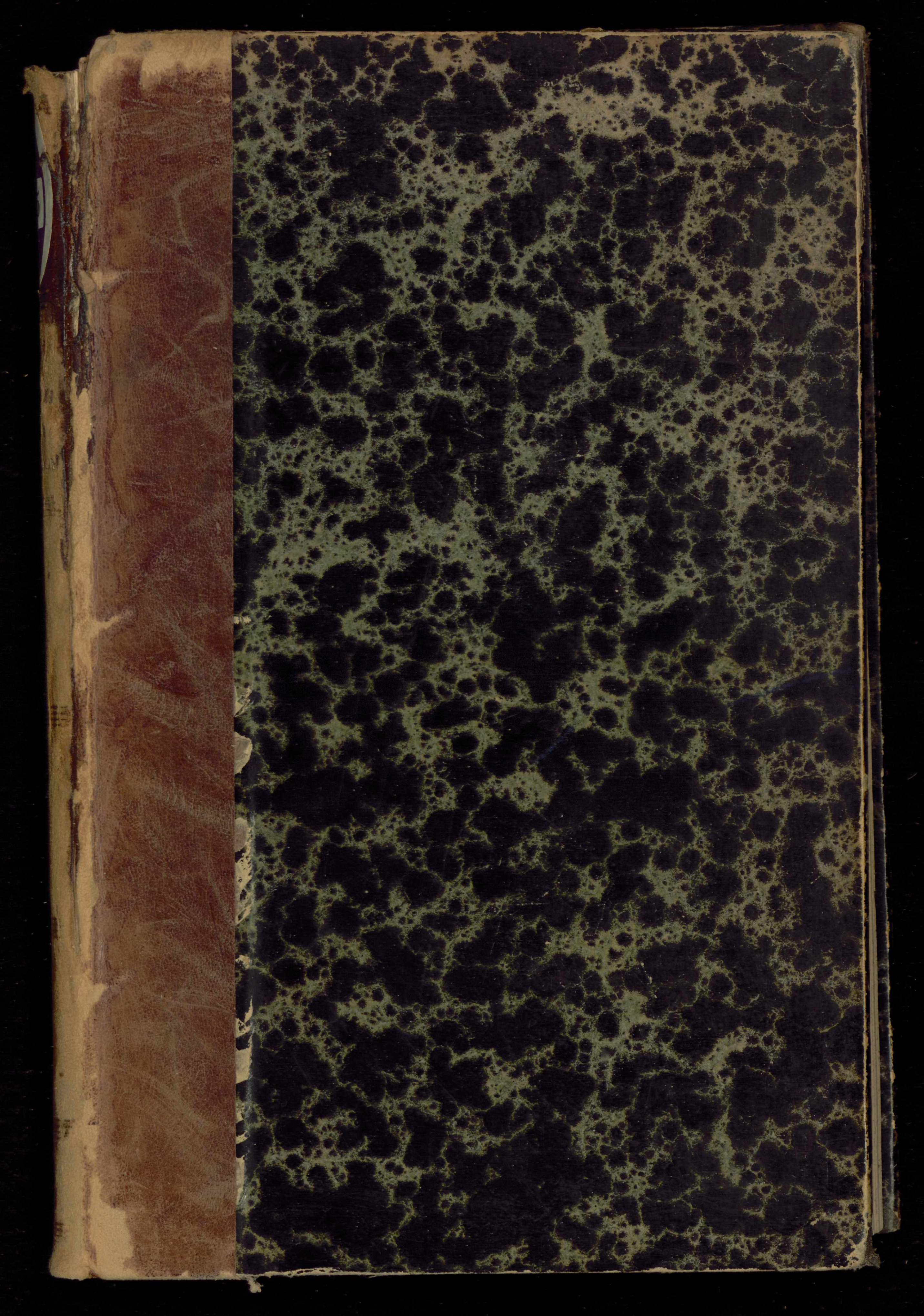
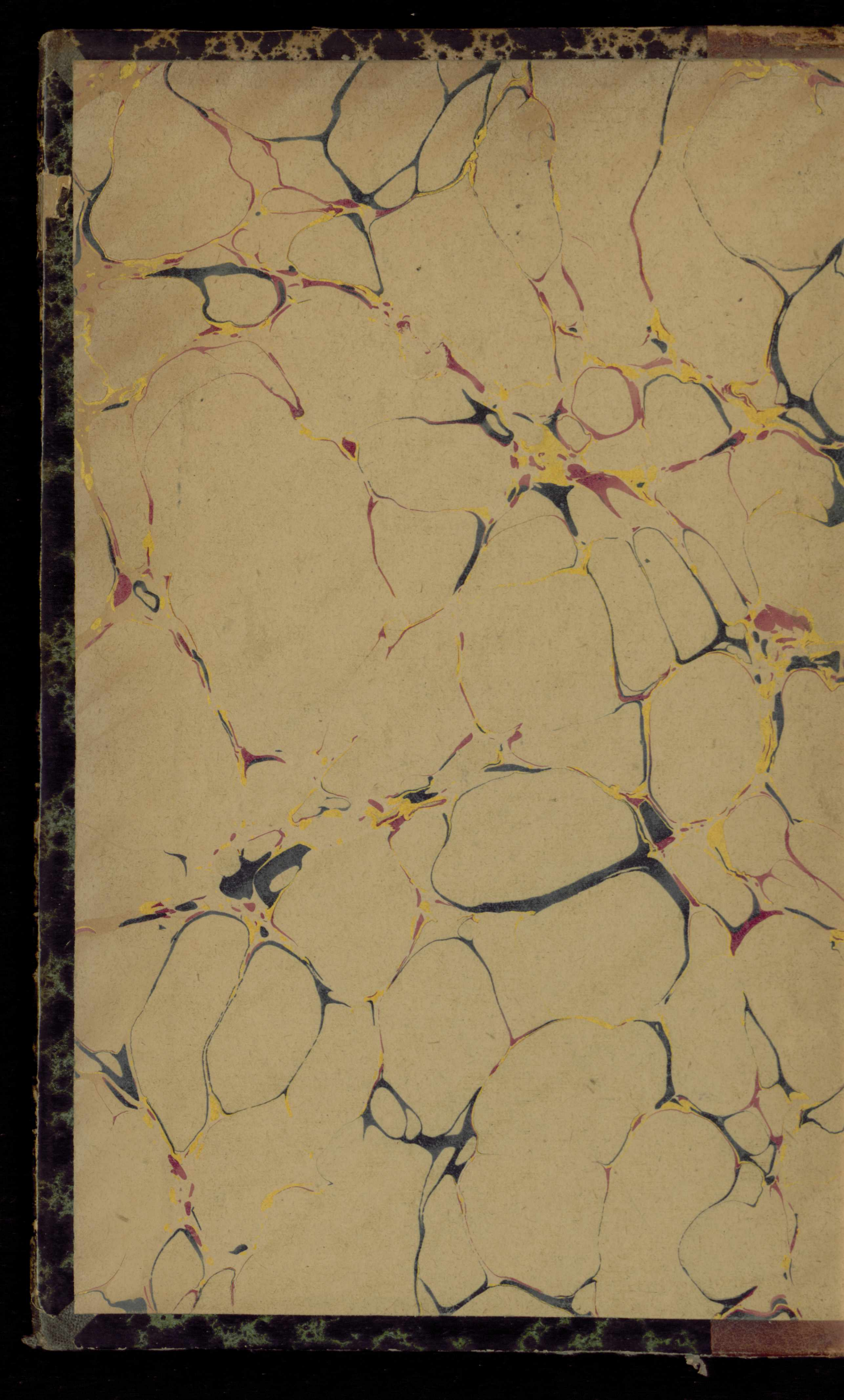
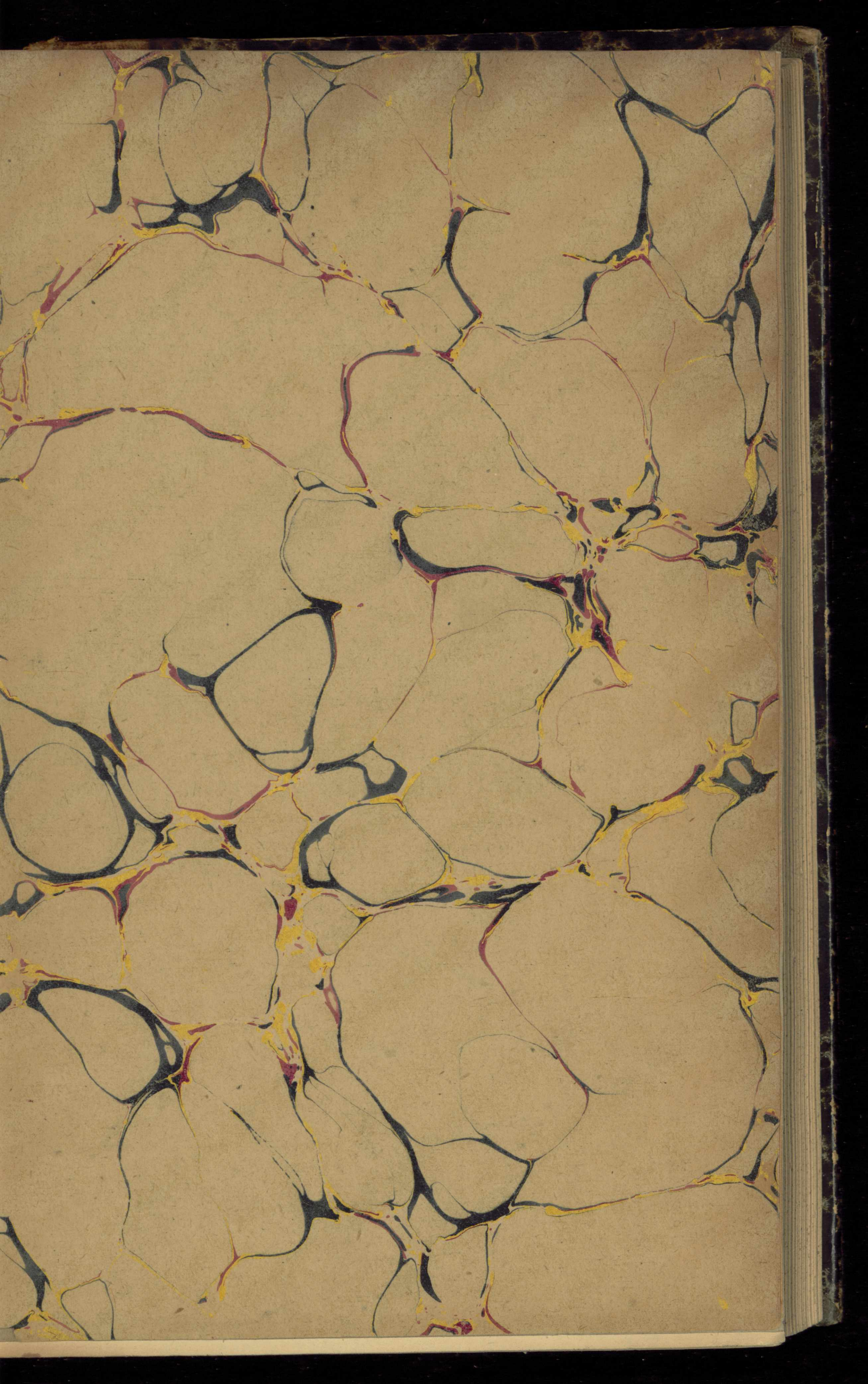

8°V
5425
Supp
D. LEVAT
RICHESSES
MINÉRALES
DE MADAGASCAR
SG









RAPPORT

A M. le Ministre des Colonies et à M. le Gouverneur général de Madagascar et Dépendances, sur les Mines à Madagascar.

RICHESSES MINÉRALES DE MADAGASCAR

PAR

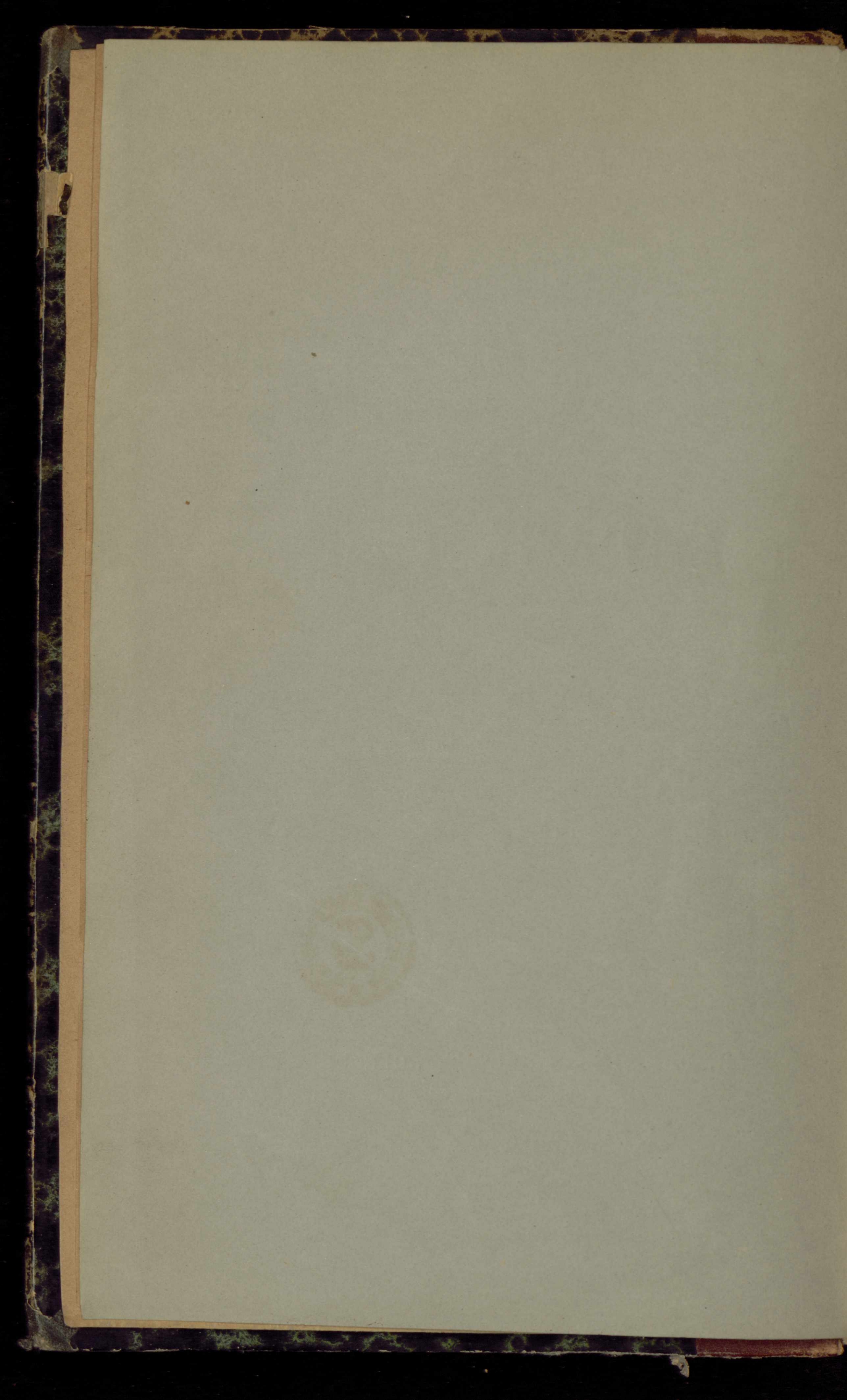
M. D. LEVAT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE ET DE L'ÉCOLE DES MINES DE PARIS
MEMBRE DU CONSEIL SUPÉRIEUR DES COLONIES



PARIS
H. DUNOD ET E. PINAT, ÉDITEURS
47 et 49, Quai des Grands-Augustins

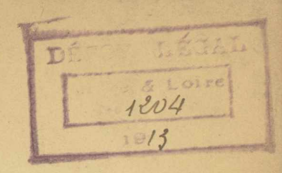
1912



RICHESSES MINÉRALES

DE

MADAGASCAR



RAPPORT

A M. le Ministre des Colonies et à M. le Gouverneur général de Madagascar et Dépendances, sur les Mines à Madagascar.

RICHESSES MINÉRALES

DE

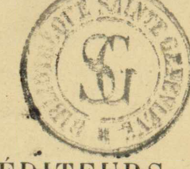
MADAGASCAR

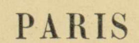
PAR

M. D. LEVAT

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE ET DE L'ÉCOLE DES MINES DE PARIS

MEMBRE DU CONSEIL SUPÉRIEUR DES COLONIES





PARIS

H. DUNOD ET E. PINAT, ÉDITEURS

47 et 49, Quai des Grands-Augustins

1912

INTRODUCTION

L'exploitation des mines, notamment des mines d'or, a pris dans ces dernières années un développement tel que l'attention publique se trouve attirée de nouveau sur les richesses minérales de Madagascar. Dans toutes les colonies qui débutent, comme au Transwaal en 1894, une période de défiance et de dépression a succédé aux enthousiasmes immodérés que des nouvelles évidemment exagérées avaient déchaînés lors des premières manifestations de l'industrie aurifère en 1905. L'Administration elle-même, désireuse de faire participer dans une plus large mesure la colonie aux profits colossaux annoncés, suspendit la délivrance des titres miniers pendant plusieurs mois, afin de permettre l'élaboration d'une législation augmentant la part de la colonie dans les bénéfices exceptionnels attendus.

Par ces mesures même, les permis d'exploitation ou de recherches délivrés antérieurement à la suspension se négocièrent à des prix la plupart du temps hors de proportion avec leur valeur réelle, d'où crise intense.

La chute fut lourde, et la colonie souffre encore des désillusions et des pertes, conséquences inévitables de l'emballement général. Il fallut revenir à une saine appréciation des choses, liquider les affaires non viables, ramener les taxes prévues par la législation minière à des taux plus modérés, quoique très lourds encore, entrer en un mot dans une période de reconstitution.

L'élément anglais, ou plus exactement transwaalien qui s'était également jeté sur la colonie au moment de la grande inflation, s'en retira aussi avec pertes : habitués aux conditions si simples, si bien déterminées, des grands gîtes continus du Rand, les prospecteurs transwaaliens se trouvèrent dépaysés, perdus, sans

guides expérimentés dans ces gîtes aurifères de Madagascar, si différents à tous les points de vue de ceux qui leurs étaient familiers.

Mais, malgré ces débuts fâcheux, la production aurifère, la seule qui ait compté jusqu'à ces derniers temps, ne cessait de s'accroître chaque année. Bien qu'exploitées par des moyens rudimentaires, les alluvions aurifères voyaient leurs rendements annuels augmenter sans cesse. Enfin, en 1907, une découverte heureuse de gîtes nouveaux, le groupe filonien d'Andavakoëra, près de Diégo-Suarez, dans le nord de la colonie, venait attirer de nouveau l'attention. La production retentissante de ces mines — 12 millions en cinq ans — toujours par les simples batées malgaches et pilonnage des quartz dans des mortiers en bois — y attirait de nombreux prospecteurs en quête de la prolongation de ces mines sur la lisière des grès triasiques et des terrains gneisséiques et cristallophylliens. En même temps, de nouveaux produits miniers venaient, avec des chiffres de production non négligeables, démontrer que l'or ne constituait pas à lui seul la richesse minérale de Madagascar et que, si ce métal précieux, si facile à transporter et à réaliser, se trouvait être le but principal des exploitants, ce fait était uniquement dû à l'absence de moyens économiques de transport des autres produits minéraux plus encombrants et nullement à leur non-existence.

Les nombreux gîtes de graphite, par exemple, qui entourent, en couronne, la ville de Tananarive, suivant une ellipse à peu près complète de 30 à 40 kilomètres de rayon en moyenne, seraient encore inexploités sans l'achèvement du chemin de fer, et combien d'autres attendent l'ouverture de voies analogues pour entrer à leur tour en activité! Même observation pour les gisements sédimentaires si curieux et si intéressants d'urane radifère dans le quaternaire d'Antsirabé, que desservira dans peu d'années l'embranchement de voie ferrée Tananarive-Antsirabé que la colonie est en train de construire avec ses excédents budgétaires.

Enfin, les recherches de pétrole dans les grès triasiques du Betsiriry, entreprises depuis deux ans par un groupe financier anglais, ont démontré, dans le courant de l'année 1911, que les suintements de bitume si fréquents dans ces grès du Betsiriry se transformaient, à une faible profondeur, en véritable naphte liquide donnant à la distillation fractionnée des produits légers, lampants et lubréfiants comparables à ceux que donnent les naphtes des autres pays.

On voit qu'il y avait là un ensemble de faits concordants et certains de vitalité minière et industrielle qu'il importait de porter à la connaissance du public, en se livrant à une sorte d'inventaire des richesses minérales actuellement connues dans la colonie et de rechercher les moyens de les développer.

Les diverses grandes Expositions auxquelles la colonie de Madagascar a pris part depuis 1900 ont été pour elle l'occasion de présenter des inventaires successifs de plus en plus complets. C'est ainsi qu'à l'Exposition coloniale de Marseille, en 1906, une notice rédigée par M. Merle, docteur ès sciences, commentant la série des échantillons envoyés donnait des indications généralement très précises sur la situation des gisements d'où provenaient les minerais ou matériaux exposés. Il y manquait le trait d'union indispensable pour relier ces gîtes : d'abord aux terrains auxquels ils appartiennent géologiquement parlant, et ensuite pour les coordonner de façon à constituer un guide pratique pour les personnes désireuses de faire l'application sur le terrain des synthèses obtenues par l'examen comparé des exploitations existantes.

J'étais déjà préparé pour cette tâche par mes nombreuses explorations antérieures et aussi par la connaissance que je possédais des gîtes aurifères dans les pays tropicaux. Les phénomènes de latéritisation, tant des roches en place que des gîtes éluviaux, qui jouent un si grand rôle dans la constitution des gisements aurifères exploités à Madagascar, avaient été déjà l'objet de mes études en Guyane (1) dès 1897. A la même époque je signalais déjà l'importance dans cette colonie française de l'or comme élément constitutif des roches éruptives ou cristallines. J'ai retrouvé à Madagascar, sur une échelle plus vaste et avec des caractères encore plus nets, ces mêmes phénomènes de formations aurifères contemporaines avec les roches cristallines plus ou moins métamorphisées. On en trouvera de nombreux exemples dans le corps de l'ouvrage, et j'en ai tiré des conclusions qui peuvent être, au point de vue des recherches et des explorations futures, d'un grand secours pour les exploitants.

Tel est le but que je me suis proposé d'atteindre au cours de la mission que m'a confiée M. le ministre des Colonies sur la proposition de M. A. Grandidier, membre de l'Institut, qui a bien voulu

(1) D. Levat, *Guide pratique pour la recherche et l'exploitation de l'or à la Guyane française* (Rapport au ministre de l'Instruction publique), 1 vol. avec planches, 1898, Dunod et Pinat, éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

m'accorder sa précieuse recommandation dont je lui reste reconnaissant. J'ai été honoré aussi de l'approbation de M. Picquié, Gouverneur général de Madagascar et dépendances, avec lequel je suis parti de France en octobre 1910. Qu'il me soit permis de le remercier ici de l'appui bienveillant qu'il n'a cessé de m'accorder pendant toute ma campagne de sept mois dans l'intérieur de l'île, en pleine saison des pluies. Si nos diverses explorations ont pu obtenir certains résultats pratiques, si nous avons réalisé, sans accidents ni maladies, des itinéraires de plus de 2.000 kilomètres, c'est certainement au haut patronage de M. Picquié que nous le devons. Au nom de mes collaborateurs et au mien, nous lui en marquons ici notre bien vive reconnaissance.

La Chambre des mines de Madagascar et son président, M. l'ingénieur Boudariat, ainsi que les divers syndicats de prospecteurs, notamment celui d'Ambositra, m'ont ouvert largement leurs archives, et m'ont aidé de leurs conseils autorisés.

Une heureuse coïncidence m'a permis de prendre part au Congrès minier tenu à Tananarive en février 1911 et d'y retrouver la plupart des prospecteurs que j'avais visités déjà dans leurs exploitations ; j'ai donc pu me rendre compte de leurs besoins et de leurs désirs légitimes dont j'ai été l'interprète comme rapporteur de la section minière au Congrès de l'Afrique orientale qui s'est tenu à Paris, sous les auspices de l'Union coloniale, dans le courant du mois d'octobre 1911.

Je ne saurais omettre aussi l'accueil qui nous a été réservé par tous les administrateurs, civils et militaires, qui nous ont fait profiter de leurs itinéraires et de leur connaissance des pays traversés. M. Guillaume Grandidier, le digne continuateur du grand nom qu'il porte, qui m'accompagna pendant la première partie de mon séjour sur le plateau central de l'Imérina, a été réellement pour moi un initiateur de premier ordre. Il a bien voulu revoir, au point de vue géographique et linguistique, les épreuves de cet ouvrage, travail fastidieux dont je lui suis infiniment et amicalement obligé. Enfin, à mon dévoué collaborateur et compagnon de voyage, M. le comte Léon de Laborde, revient le mérite de l'organisation du service des porteurs, des vivres, de la réussite en un mot en pleine saison de pluies de nos expéditions dans le Betsiriry, l'Ambongo, le Boéni et du voyage par terre d'Analalava à Diégo-Suarez.

Historique des travaux géologiques. — Un résumé des premières explorations géologiques qui furent faites avant la conquête française (1895) a été présenté d'une façon magistrale par M. Marcellin Boule, à propos de la publication de sa carte géologique de Madagascar, à l'occasion du VIII[e] CongrèsInte rnational de géologie, travail considérable que les reconnaissances ultérieures ont modifié et modifieront sans doute encore, mais qui a néanmoins fixé, d'une manière définitive, les grandes lignes des étages géologiques successifs qui constituent le sol de la colonie.

En 1902 ont paru, résumées dans un volume des plus intéressants par la qualité des conférenciers, une série d'études exposant l'état, à cette époque, des connaissances scientifiques sur Madagascar. Les noms seuls suffisent à établir la valeur de cette documentation : Géographie : Guillaume Grandidier ; Géologie : M. le professeur Boule ; Minéralogie : M. le professeur Lacroix, etc. Mais, dans les pays neufs, où les connaissances géologiques, même les plus élémentaires, sont à peine connues, les événements vont vite, et dix années seulement apportent déjà un contingent de faits nouveaux qui méritent d'être constatés, en vue des synthèses futures. C'est à ce point de vue qu'un coup d'œil général sur l'histoire des travaux géologiques à Madagascar peut présenter un réel intérêt, ne fût-ce aussi que pour rendre un hommage mérité à ceux, trop nombreux, qui ont payé de leur existence le rude labeur que leur imposaient leur devoir ou leurs fonctions.

On trouvera plus loin, dans le chapitre final, à propos des taxes auxquelles ont successivement été soumises les exploitations aurifère, des sindications très curieuses, réunies par M. Guillaume Grandidier sur les anciens documents, remontant à 1644, qui se rapportent d'une façon plus ou moins problématique aux exploitations d'or par les indigènes : aucun d'eux ne contient d'indications d'ordre géologique proprement dit.

C'est seulement en 1821 qu'un premier document positif dû au naturaliste anglais Brukland fut publié sur la faune paléontologique du nord-est de Madagascar concluant à assimiler les grès de cette région à ceux de la colonie du Cap.

Par un décret impérial du 2 mai 1863, il était créé une « Compagnie de Madagascar » au capital de 50 millions de francs, que des événements politiques, entre autres la mort de Radama II, amenèrent à une dissolution rapide (26 mars 1866). Très sérieusement consti-

tuée, comptant parmi ses principaux actionnaires de hautes personnalités financières de l'époque (1), cette Compagnie envoya, préalablement à toute opération sociale, une mission d'études, dont les travaux sont encore aujourd'hui intéressants et instructifs à parcourir.

Le rapport de M. l'ingénieur Guillemin sur le terrain houiller de la côte Nord-Ouest de Madagascar contient non seulement des données précises sur les couches de combustible par lui constatées et sur l'extension du bassin (reconnu depuis comme liasique et triasique), mais aussi sur la constitution granitique du plateau central.

« Dans l'intérieur des terres, le terrain houiller occupe à peu près la profondeur qui s'étend jusqu'au pied *de la chaîne granitique centrale qui forme l'axe de Madagascar.* » (Rapport de M. Ed. Guillemin, ingénieur de la Compagnie de Madagascar, 27 février 1864.)

C'est à M. Alfred Grandidier que revient l'honneur d'avoir le premier reconnu que Madagascar se divise en trois régions essentiellement différentes, tant au point de *vue géologique* que géographique et *ethnologique*, étroitement liés d'ailleurs, à savoir :

1° une région littorale, tropicale, de l'Est, couverte de forêts où prédominent les terrains archéens, très plissés et redressés;

2° la région centrale comprenant le vaste plateau élevé qui constitue l'ossature de l'île, formé par des roches cristallines (granit, gneiss, schistes métamorphisés, quartzites, etc.);

3° une région occidentale de plateaux et de plaines peu élevés, formée de terrains sédimentaires.

Nous avons appris depuis que ces grandes divisions ont été le théâtre de nombreuses manifestations éruptives et volcaniques, qui n'ont modifié que localement la disposition générale des terrains.

Depuis les voyages de M. A. Grandidier, qui couvrent une période de cinq années, de 1867 à 1872, dont un d'une durée de trente mois consécutifs permirent à l'explorateur géographe de traverser trois fois la colonie suivant des itinéraires complètement inconnus jusque-là, les investigations géologiques et minières ont été constamment en progressant, tout en suivant les fluctuations politiques qui ont successivement prédominé.

C'est ainsi que de 1875 à 1892 ce sont surtout des étrangers,

(1). MM. Bartholony, Président de la Compagnie des chemins de fer d'Orléans; Armand Béhic, Président de la Compagnie des Messageries impériales ; Fould et Cie, banquiers à Paris ; Seillières et Cie, banquiers à Paris ; Pastré frères, à Marseille ; la Compagnie du Canal de Suez, etc.

anglais pour la plupart, qui se livrèrent aux reconnaissances géologiques. On peut citer notamment les travaux de : Mullens, Richardson, Sibru, Deans, Cower, le Rév. Baron, soit seul, soit en collaboration avec le capitaine Mouneyres, Last, Forsyth-Major, l'ingénieur italien Cortèse, ancien élève de l'École des Mines de Paris, etc. Les échantillons paléontologiques rapportés par le Rév. Baron furent étudiés et déterminés par M. R. B. Newton. Ceux de M. A. Grandidier l'avaient été par le Dr Fischer.

Aussitôt après la conquête et la pacification des Sakalaves, en 1895, les travaux géologiques et les prospections minières passent entièrement aux mains des Français. La liste serait trop longue s'il fallait citer tous les officiers qui ont collaboré avec les administrateurs et les prospecteurs à l'exploration géologique et minière de la colonie.

De 1895 à 1900 MM. Catat, Alluaud, L. Gautier, Bastard, Coudon, Mayer, le Dr Joly, les capitaines de Bouvié, Ardouin, Condamy, le lieutenant M. Grillo, MM. Scheebli, Vuillaume, le regretté capitaine Colcanap et autres, ont exploré l'île dans tous les sens et envoyé au Muséum des échantillons de toutes sortes.

C'est en repérant exactement les divers points où ont été faites ces découvertes et en s'aidant des renseignements disséminés dans les diverses relations des voyages que M. Boule a pu dresser, en 1900, la première esquisse de la carte géologique de Madagascar à l'occasion du VIIIe Congrès International de géologie.

Le Congrès de Stockolm qui aura lieu à l'automne de 1912, auquel doivent être présentées les cartes géologiques au millionième de toutes les colonies françaises sera une occasion de résumer le progrès de nos connaissances sur la constitution de la colonie de Madagascar. Toutefois, dans l'intervalle, diverses synthèses ont été présentées : par M. Gautier en 1902, au 1/2.500.000 avec nombreuses coupes dans les terrains sédimentaires; par le capitaine Mouneyres, au 1/6.000.000 à l'époque où il était chef de service des Mines à Tananarive, et enfin par le service des mines de la colonie, échelle, 1.000.000, dressée à l'occasion du Congrès de l'Afrique orientale, qui s'est tenu à Paris, en octobre 1912 avec une très intéressante notice due au Chef de service des mines p. i., M. l'ingénieur Bonnefond, à Tananarive. Malheureusement plusieurs de ces documents presque inédits, ne peuvent être mis à la disposition que d'un public restreint.

Depuis 1900, les travaux géologiques aussi bien d'ordre scientifique que pratique se sont beaucoup multipliés. On peut en donner comme exemple le nombre des communications relatives à la colonie qu'on relève dans les principales publications notamment dans le *Bulletin de la Société géologique de France*. On en compte 52. Aucune autre colonie ne présente, même de loin, une activité scientifique aussi grande dans la même période, et encore cette statistique ne tient aucun compte des travaux si nombreux et si précieux de M. Lacroix, professeur au Muséum, le spécialiste de Madagascar, dont le nom est en effet inséparable des si curieuses et si intéressantes découvertes minéralogiques, devenues classiques grâce à lui.

Madagascar peut donc comparer avantageusement l'état des connaissances géologiques acquises sur son territoire à celui de nos autres colonies, surtout si on songe au court laps de temps écoulé — seize ans à peine — depuis la date de la pacification réelle du pays. Ce résultat est dû autant à la valeur des explorateurs qu'à celle des hommes éminents qui ont su coordonner, synthétiser et mettre intelligemment en œuvre les matériaux recueillis.

Il serait injuste de ne pas accorder une mention spéciale, dans leur ordre chronologique, aux géologues et aux explorateurs, d'origine et de formation très diverses, qui ont contribué d'une façon particulière aux progrès de cette dernière décade.

M. E. Gautier, directeur de l'enseignement à Tananarive, a employé les cinq années de séjour qu'il a fait dans la colonie, de la façon la plus remarquable. Il a visité particulièrement le centre et l'ouest de l'île, où il a recueilli notamment dans l'Ambongo, un grand nombre de fossiles caractéristiques du Lias.

M. E. Gautier a signalé le premier le promontoire avancé que forment les terrains cristallins en dehors de la chaîne du Bongo-Lava vers le cap Saint-André, avec une auréole de grès bitumineux, rapporté par lui au trias, opinion dont la justesse a été démontrée par des travaux ultérieurs. Toutes ces données nouvelles figurent sur la carte dont j'ai parlé plus haut et qui est annexée à son ouvrage intitulé *Essai de géographie physique*. Il a fait paraître en outre, dans les publications officielles de Madagascar, diverses monographies à la suite de ses explorations, notamment un « Atlas de l'Ambongo » (1898), une Étude géologique sur le Menabé et le Mahilaka, etc.

M. le pharmacien militaire Prince effectua en 1897 une exploration dans l'Ambongo, le Milanja et le Boéni, au cours de laquelle il signala et étudia les gîtes de cuivre natif du sud au lac Kinkony. Atteint par les fièvres au cours de ce voyage difficile, il mourut en arrivant à Majunga. Son travail a été publié dans les *Notes, reconnaissances et explorations*, à Tananarive, en 1898.

M. Vuillaume, officier d'administration, auquel on doit de nombreuses collections minéralogiques, recueillies au cours de ses explorations, fut chargé par le Gouvernement général de Madagascar d'exécuter, dans le nord-ouest de la colonie, un sondage destiné à tirer au clair les controverses qui s'étaient élevées au sujet de la présence de gisements houillers exploitables dans la presqu'île d'Ampasandava, en face de l'île de Nosy-Bé. L'ingénieur Guillemin, agissant pour le compte de la Compagnie de Madagascar, avait affirmé l'existence d'un bassin houiller (1864). Plus tard, le gouvernement malgache confia à l'ingénieur Guinard le soin de confirmer la présence de la houille dans les assises sédimentaires de la région. M. Guinard conclut, contrairement à son prédécesseur, à la stérilité de la formation qu'il plaçait dans le houiller supérieur ou dans le permien. C'est pour trancher cette question de principe que le sondage fut décidé. M. Vuillaume en dirigea l'exécution, et bien qu'il ait été abandonné à la profondeur de 119 mètres, par suite de l'afflux imprévu d'une grande quantité de naphte épais, les résultats, négatifs en tant que recherche de la houille, sont devenus aujourd'hui des plus intéressants au point de vue pétrolifère. C'est près du village d'Ankaramy, à 12 kilomètres du débarcadère dans la baie de Radama, que ce travail a été exécuté. On trouvera plus loin (Voir Chapitre II, *Étude du trias pétrolifère*) tous les détails relatifs à cet important sondage.

M. le capitaine Mouneyres, avant d'être appelé au poste éminent d'Inspecteur général des Travaux Publics de l'Afrique occidentale, qu'il occupe actuellement, a dirigé le service des Mines à Madagascar avec une compétence, une activité, auxquelles il est juste de rendre hommage. Malgré ses multiples occupations administratives, il a pu, au cours de ses tournées et missions, soit seul, soit avec le Rév. Baron, se livrer à des levées et à des travaux géologiques. Ses principales publications ont été : « Sur les bitumes et pétroles de Madagascar (1902) », « Rapport sur une tournée géologique effectuée dans l'ouest et le nord-ouest de Madagascar (1905) »,

« L'industrie minière à Madagascar (Rapports du Service des mines) de 1901 à 1906 ». Tous ces travaux ont été imprimés à Tananarive dans le *Bulletin économique*.

Le capitaine Colcanap dont le décès, tout récent, est une perte pour la géologie où il s'était acquis rapidement une notoriété méritée, avait débuté en 1903 par l'étude des terrains sédimentaires de la région d'Analaleva. Plus tard, guidé par les conseils éclairés de M. Boule et du Muséum d'histoire naturelle de Paris, avec lequel il était en relation constante, il se livra à des recherches méthodiques, appuyées sur des constatations d'ordre paléontologique, qui aboutirent à la découverte du bassin houiller de Bénénitra (1908), à l'est de Tuléar, dans le bassin de l'Onilahy (ou Mangoky du sud). Depuis cette époque, M. le professeur Boule a reconnu dans les fossiles envoyés par le capitaine Colcanap des ossements d'un Labyrinthodonte du Permien, voisin de l'Achinodonte d'Autun.

Les travaux du capitaine Colcanap sur le charbon ont été complétés par les explorations du lieutenant Dauche, qui a découvert de nouveaux gisements carbonifères, toujours dans la région de Bénénitra et aussi dans celle de Betioky.

Le service des Mines a fait procéder, d'avril à fin décembre 1910, à des travaux de recherches dans la région de Bénénitra et de Ianapéra par M. le contrôleur des mines Evesque; on en trouvera plus loin un exposé complet avec coupes et plans.

Indépendamment de la découverte de la houille, on doit au capitaine Colcanap de nombreuses études sur les terrains secondaires et tertiaires de la côte ouest. Le *Bulletin économique* de 1910 contient encore deux importants travaux : une « Notice géologique sur le cercle de Maevatanana » et une « Notice géologique sur le cercle d'Analalava », parus après le décès de cet officier.

M. Paul Lemoine a publié à la suite de ses deux séjours prolongés dans le nord et le nord-ouest de Madagascar, un ouvrage intitulé : *Études géologiques dans le nord de Madagascar. Contributions à l'histoire géologique de l'océan Indien.*

Ce mémoire, qui constitue le tome III des *Annales Hebert*, a valu à son auteur le grade de docteur ès sciences naturelles de la Faculté des sciences de Paris. Grâce à ce travail d'ensemble, les terrains constituant le nord de l'île, c'est-à-dire la région qui s'étend depuis Analalava jusqu'à Port Loky, ont leurs limites nettement fixées. La succession des formations cristallines, métamorphiques, érup-

tives et sédimentaires, à savoir : la série jurassique et la série crétacée, le Nummulitique, l'Aquitanien, étage encore inconnu dans la colonie ainsi que celui du Néocomien dans le nord de l'île, se trouve ainsi définitivement établie. Une carte géologique à grande échelle complète cette importante thèse, la première de ce genre ayant eu pour théâtre une colonie française.

Sur les terrains cristallins, envisagés au point de vue minier, il a paru, dans les cinq ou six dernières années, un certain nombre de publications qui méritent d'être citées, tant dans les *Annales des Mines* que dans d'autres périodiques scientifiques, notamment dans le *Bulletin des Ingénieurs coloniaux*, par MM. les ingénieurs Maurice Bernard, Gascuel et Bordeaux, et par M. Merle, docteur ès sciences.

Les archives du service des Mines contiennent de nombreuses études résumées par le chef du service p. i., M. l'ingénieur Bonnefond, qu'il a complétées par la connaissance personnelle qu'il possède des gisements aurifères de la Colonie.

Je serais incomplet, si j'omettais de signaler ici l'œuvre considérable, encore presque complètement inédite, d'un savant aussi modeste qu'érudit, M. Pérrier de la Bathie, géologue et naturaliste, qui donne généreusement le concours de ses connaissances si variées au Gouvernement général de la colonie. Il habite Madagascar depuis nombre d'années déjà et il en connaît à merveille toutes les ressources.

Tels sont, rapidement résumés, les documents uaxquels il m'a été possible de recourir pour compléter les études forcément incomplètes, que j'ai pu faire, dans un pays plus grand que la France, pendant ma campagne de reconnaissances en 1910-1911. Pour essayer de faire œuvre utile en pareil cas, il faut savoir se borner et se fixer un programme. Le mien était déjà esquissé par la mission dont j'étais chargé, mission essentiellement minière, m'appelant à étudier d'abord les terrains cristallins, où se trouvent réunies, sans aucune exception, les mines d'or et de pierres précieuses et, ensuite, parmi les terrains sédimentaires, les grès triasiques de la côte ouest et nord ouest, où l'industrie naissante du pétrole attire en ce moment l'attention générale.

Divisions de l'ouvrage. — Dans ces conditions, il m'a paru préférable de renoncer à l'énumération ordinaire des diverses richesses minérales de la colonie en indiquant simplement le mode

de gisement et les localités. Cette méthode d'exposition conduit des redites et fait perdre de vue les relations si importantes qui existent entre les minerais et les terrains qui les contiennent. Il me paraît au contraire essentiel de mettre avant tout ces rapports en évidence et d'en tirer des conséquences pratiques au point de vue de la recherche des gîtes nouveaux en les comparant à des types déjà existants.

Des monographies, choisies parmi celles qui placent le mieux en évidence les caractéristiques que je désire mettre en lumière, prises par moi-même sur les lieux, viendront illustrer et confirmer mes conclusions.

En partant de ces principes, voici comment je me propose de distribuer le sujet de l'ouvrage :

RICHESSES MINÉRALES
DE MADAGASCAR

CHAPITRE PREMIER

LE PLATEAU CENTRAL DE MADAGASCAR

Rôle des terrains archéens. — Il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte géologique de Madagascar pour se rendre compte du rôle capital que jouent les terrains anciens au triple point de vue orographique, ethnologique et minier. Aucune de nos colonies ne permet de constater, d'une façon plus frappante, l'influence de la composition géologique du sol sur toutes les branches de l'activité humaine : l'histoire politique, les institutions, les productions agricoles du plateau central, occupé par la race conquérante d'origine indo-malaisienne : les hovas, diffèrent essentiellement des conditions de la vie chez les races sakalaves et autres, influencées par le sang noir et mahométan, qui ont occupé de tout temps les terrains sédimentaires de la côte Ouest.

On commence à se rendre compte que cet immense plateau, qui couvre environ les deux tiers de l'île, n'est pas uniquement formé par des terrains cristallins ou archéens, comme on le répète encore, plutôt par habitude que par opinion raisonnée. Ce qu'on peut dire c'est que, dans son ensemble, il est constitué par des alternances, très complexes, de roches cristallines: granit, gneiss normaux ou amphiboliques, avec des quartzites, micaschistes, diorites, diabases, syénites, passant par degrés insensibles de l'une à l'autre avec une facilité déconcertante. La plupart des roches feuilletées (ou orientées) ont été soumises à un métamorphisme intense qui a fait disparaître toutes traces de vie organique si ces terrains en ont été le théâtre, comme cela me paraît probable, au moins pour ceux d'entre eux situés dans la région centrale, à l'ouest d'Ambositra, où la présence de véritables schistes ardoisiers a été signalée par M. Boule dans sa première coupe schématique de Madagascar, confirmée ensuite par MM. Gautier et autres. En d'autres termes j'ai la conviction très nette qu'une grande partie des terrains métamorphiques du plateau cen-

tral de Madagascar, considérés jusqu'à présent comme appartenant à la période azoïque de la croûte terrestre, seront considérablement rajeunis lorsque des études détaillées ou des découvertes fosilifères indiscutables auront permis de leur assigner un âge certain, ainsi que M. Albert Michel-Lévy l'a fait il y a peu d'années, dans sa belle thèse relative aux terrains primaires du Morvan et de la Loire. Il en sera probablement de même à Madagascar lorsque, les études géologiques des terrains du plateau central encore dans l'enfance auront mis en évidence les preuves paléontologiques de ce qui n'est jusqu'ici qu'une hypothèse plausible. On devra prendre pour guide pour les recherches dans cette voie ce fait que, là comme ailleurs, plus l'enfoncement géosynclinal est grand plus la zone de métamorphisme intense s'élève dans la série.

Le but de ma mission m'a permis d'amorcer et de préciser les grandes lignes tectoniques affectant des terrains cristallins qui constituent le domaine exclusif des gisements aurifères de Madagascar ; j'ai été naturellement amené à étudier en détail les rapports étroits qui existent entre la venue de l'or et les terrains cristallins (ou primaires métamorphisés) encaissants, complétant ainsi le rapprochement avec les gisements analogues de la Sibérie et de la Guyane que j'ai précédemment étudiés à ce point de vue.

Répartition des gîtes aurifères. — Un premier fait se dégage de l'examen de la carte minière de Madagascar sur laquelle j'ai porté la situation des permis de recherches, et des permis d'exploitation pour or existants au 1er janvier 1911. (Voir la carte hors texte à la fin du volume.) Il y a des exploitations d'or à peu près partout, et les districts les moins favorisés sont ceux où, soit par la rareté des habitants, soit par les difficultés de pénétration et de communication, la recherche des placers par les indigènes est encore à peine assurée, bien que la présence de l'or y soit certaine. C'est ce que j'ai constaté personnellement par exemple dans la région septentrionale du Bongo-Lava, au nord des mines de Tsimbolovolo. Quoi qu'il en soit, en se bornant aux terrains connus, déclarés ou exploités, on ne constate dans leur répartition ni alignements préférés, indiquant des cassures filonniennes, ni rapport étroit entre les gîtes aurifères et des roches de nature déterminée. On trouve effectivement le métal précieux dans les micaschistes, les gneiss (c'est le cas le plus général, mais non exclusif), les granits, les roches amphiboliques (fréquent), les quartzites, etc. Je possède une collection de ces diverses roches avec or visible, échantillons prélevés par moi-même sur les gîtes décrits ci-dessous. Une autre constatation intéressante, c'est la fixité du titre. Si on met à part le métal précieux provenant des exploitations d'Andavakoëra (région de Diégo-Suarez au nord de la colonie), qui contient en moyenne 25 0/0 d'ar-

gent et que son simple aspect jaune clair verdâtre différencie nettement du restant de la production malgache, cette dernière offre un titre élevé remarquablement constant, variant entre 950 et 980 millièmes. Les filons, post-triasiques d'Andavakoëra forment un faisceau à part, qui sera étudié séparément et qui n'infirme en rien les conclusions tirées des considérations générales que j'expose ici; ils proviennent d'ailleurs du remaniement des roches métamorphiques en profondeur, comme on le verra plus loin.

Enfin il convient de noter que l'or provenant du plateau central de Madagascar est de grosseur moyenne, les pépites d'un certain poids sont rares, et je n'ai pas connaissance qu'il en ait été trouvé dépassant quelques centaines de grammes.

Toutes ces considérations concordent pour faire prévoir, comme source des alluvions aurifères, une origine autre que celle, classique, de filons proprement dits, c'est-à-dire de cassures du terrain encaissant, recoupant nettement la stratification des gneiss ou autres roches orientées plus ou moins métamorphisées et constitués par un remplissage déterminé accompagnant le métal précieux. Il existe de tels filons à Madagascar, bien que l'immense majorité des gîtes aurifères en place, improprement appelés « filons » par les exploitants, ne soient que des gîtes lenticulaires interstratifiés, mais ces filons recoupant les gneiss (*true fissure veins* des Anglais), du moins ceux que j'ai été à même d'examiner, exception faite de ceux dépendant de la formation essentiellement locale d'Andavakoëra, *ne sont pas aurifères*.

C'est l'or considéré comme *partie constituante des roches* cristallines primitives ou primaires métamorphisées et *déposé contemporairement avec elles* qui constitue le gîte originaire de l'or à Madagascar.

J'avais déjà envisagé cette conséquence comme suite de mes voyages dans des régions analogues; mais, dans aucun des nombreux pays par moi visités, il ne m'avait été donné de constater ce fait d'une manière aussi frappante qu'à Madagascar. Nulle part aussi, je dois le dire, je n'avais trouvé de roches en place contenant de l'or visible en aussi grande abondance et avec une telle variété de composition. Cette constatation a son importance, car si on rapproche les conditions ci-dessous décrites de celles, qui commencent aussi à être bien connues, des placers et mines d'or du continent africain, on ne peut pas se refuser à constater leur identité parfaite. Si on excepte, en effet, des gîtes aurifères normaux de l'Afrique, ceux du Transwaal qui, comme les mines d'Andavakoëra à Madagascar, dépendent de phénomènes de remaniement des formations aurifères antérieures, on est frappé de l'uniformité de tous les autres.

Qu'il s'agisse des gîtes de la Côte-d'Ivoire et du Baoulé, des mines du Bandama, par exemple, où on exploite et on broie des quartz provenant

de lentilles interstratifiées dans des latérites de gneiss, ou des travaux en cours au Soudan, dans la Guinée, on retrouve partout ces mêmes types de gîtes. On peut les rapprocher aussi des gîtes en place dans les micaschistes de Sadiola (vallée de la Falémé, un des affluents de la rive gauche du fleuve Sénégal) où les indigènes pilent dans des mortiers de fortune les veines riches interstratifiées qu'ils vont exploiter au péril de leur vie au fond de leurs étroits boyaux. Détail à noter : beaucoup parmi ces gisements quartzeux dans la latérite collante et grasse, donnent à l'amalgamation dans les bocards des rendements très médiocres, parfois même nuls. Des matières aurifères extraites par les indigènes de leurs puits ou boyaux rendant avec leurs pilonnages primitifs 2 à 3 grammes à la tonne, contenant en réalité, comme le prouvent de nombreuses analyses pour or total par fusion plombeuse : 15 et 20 grammes à la tonne, ne donnent guère mieux que les pilons indigènes par leur passage aux bocards. Il y a là une difficulté que je tiens à signaler en passant. Il est prudent, avant de procéder à des commandes de matériel pour traiter de tels minerais de surface, d'en étudier le traitement approprié sur un tonnage important, — 10 à 20 tonnes au minimum, — transporté, même au prix d'un grand sacrifice pécunier dans les usines d'essai que tous les grands constructeurs de matériel pour mines d'or entretiennent dans ce but dans leurs ateliers de construction en Europe. C'est le seul moyen d'éviter de graves mécomptes lors de la mise en marche des appareils envoyés à grands frais dans la brousse.

Il faut rapprocher de cette énumération d'ensemble les données de plus en plus précises qu'on possède sur les gîtes aurifères de la Haute Égypte, du Soudan anglais et de l'Abyssinie. L'avancement rapide de la ligne du Cap au Caire mettra sous peu ces régions considérées jusqu'ici comme presque inaccessibles, à la portée de tous les prospecteurs. Déjà les travaux de feu l'ingénieur français Comboul, dans la région de Neijo (bassin du Nil Bleu), des géologues et ingénieurs italiens, Capacci entre autres, ont prouvé que les célèbres alluvions de Wallaga (bassin de Baro et du Sobat, sur le Nil Blanc) proviennent de la destruction des assises archéennes du haut plateau abyssin par les agents d'érosion, surtout sur le versant occidental tourné vers le Nil où le manteau protecteur de laves, de basaltes et autres roches d'épanchement n'a pas soustrait l'archéen à l'usure et l'abaissement des thalwegs. Tous ces phénomènes d'érosion sont singulièrement favorisés et accélérés par la latéritisation. Ce phénomène si curieux et si général dans les pays chauds prépare, par les modifications chimiques qu'il détermine au sein des roches qui y sont soumises, leur prompte désagrégation par les eaux météoriques. C'est par ce processus séculaire que l'or des roches, grâce à la concentration méthodique et continue des alluvions en terrasses

étagées, s'accumule à la base de la chaîne bordière du Wallaga, comme les moraines frontales au pied d'un glacier.

Dès 1903, M. de Launay, dans son ouvrage sur les richesses minérales de l'Afrique mettait ce rapprochement en évidence. « Dans le quartzite à magnétite, dit-il, à propos de la géologie de l'or à Madagascar et des formes sous lesquelles il se présente, l'or natif, régulièrement disséminé, joue le même rôle que la magnétite, c'est-à-dire moule les grains de quartz ou est englobé par eux.

« Dans les gneiss, l'or est abondamment distribué en grenailles ou en cristaux nets inclus dans tous les éléments : quartz, feldspath et même biotite. On l'y trouve, non seulement en particules visibles à l'œil nu, mais encore en myriades de petits cristaux, disposés suivant des surfaces planes ou courbes, à la façon des inclusions liquides (elles-mêmes très abondantes dans le quartz de la roche).

« Ce gneiss *ne contient pas trace de pyrite*, et M. Lacroix en conclut, très justement ce me semble, que l'or a été introduit là lors du métamorphisme qui a produit les gneiss, par un magma granulitique, analogue à celui qui renferme si souvent d'ailleurs de la cassitérite, et, avec l'étain, de l'or. Il y aurait donc eu là, probablement, cristallisation fluorée directe, au lieu de la cristallisation par intermédiaire du soufre, du sélénium ou du tellure, à laquelle nous sommes plus habitués. »

Depuis la publication de ces lignes, les connaissances acquises sur la question de l'or et les nombreuses analyses faites ont modifié ces conclusions en ce qui concerne les agents minéralisateurs. La pyrite accompagne l'or dans tous les gîtes en place et y est même très abondante. Point n'est besoin de recourir à l'hypothèse du fluor comme agent de transport du métal précieux au sein des roches.

On s'étonne souvent que l'existence de roches aurifères dans leur masse, contenant de l'or à l'état de minéral constitutif aux mêmes enseignes que tous les produits rares qui se rencontrent dans les terrains cristallins, n'ait pas été bien souvent décelée et que, dans les innombrables analyses de roches qui ont été faites et qui se font tous les jours,ne fût-ce que pour apporter aux études pétrographiques le secours de la composition centésimale, il ne soit parlé pour ainsi dire jamais de l'existence de l'or. Il faut reconnaître, en effet, que les analyses chimiques des roches, telles qu'on les exécute d'après les méthodes classiques, ne décèlent la présence d'aucun des éléments existant en quantité infime. Il est facile de s'en expliquer la raison.

Nos méthodes docimasiques et l'emploi des balances, même les plus perfectionnées, ne permettent pas de garantir au moyen des procédés d'investigations couramment employés dans les analyses pondérales, plus de cinq chiffres exacts. Or, pour les métaux précieux, l'or en parti-

culier, ces approximations sont insuffisantes. Il faut arriver à déceler des teneurs de quelques décigrammes au mètre cube d'alluvions ou à la tonne de minerai, ce qui représente environ *un dix-millionnième en poids.*

On voit qu'il s'agit de chiffres qui échappent absolument à la limite de sensibilité des méthodes employées généralement dans les laboratoires. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les analyses d'or s'effectuent par des procédés différents des méthodes dosimétriques. On ne peut mettre en évidence ces très faibles teneurs que par des procédés basés soit sur a très grande densité de l'or (essais à la batée), soit sur la faible volatilité de ce métal fondu avec du plomb qu'on fait absorber à l'état de litharge par la coupelle (essais par la voie sèche). En fait d'analyses de roches, on se contente, en général dans les laboratoires de déterminer de cinq à dix constituants simples ou composés et de fermer à quelques centièmes près. Sur des milliers d'analyses de roches recueillies et coordonnées par Roth, quelques-unes seulement signalent la présence des métaux précieux. Même, dans les analyses plus récentes et plus parfaites, entreprises par les pétrographes et géologues américains dans un but scientifique et dans lesquelles une quantité de déterminations sont faites pour l'institution connue dans le monde entier sous le nom de "*Geological Survey*", les laboratoires d'États, ceux des Universités, etc., tous ces documents présentent une remarquable absence apparente de métaux précieux.

Au contraire, ces mêmes roches étudiées dans le but de mettre en évidence les métaux précieux, ont été trouvées fréquemment aurifères en quantité déterminable, ainsi que le prouvent les travaux de Robertson, de Weems, d'Hildebrand et d'autres.

Dissémination fréquente des terres rares dans les roches. — J'ai trouvé à Madagascar, dans le district d'Antsirabé, des gîtes originaires de terres rares radifères et uranifères dans des granits pegmatiteux et M. Lacroix en a signalé dans les syénites du nord-ouest de la colonie. Il existe même des gîtes secondaires de ces minerais rares, sous forme de dépôts dans des tourbières quaternaires décrits plus loin (p. 204).

Ces lois de diffusion ne sont pas uniquement applicables aux métaux précieux seulement l'attention n'a pas été encore attiré sur l'universalité du phénomène; ainsi, comme le fait très justement remarquer M. Charles-R. Keyes, dans des roches très connues, classiques, comme le granit du Maryland, par exemple, qui a été étudié et analysé nombre de fois, les chiffres de composition centésimale indiquent seulement les éléments constituants ordinaires d'un granit fondamental.

Cependant plusieurs minéraux intéressants (tels que l'épidote et l'allanite, cette dernière contenant les terres rares : cérium, lanthane,

didyme et yttrium), que l'analyse ne décèle pas, y forment un constituant accessoire sur l'importance duquel il n'est pas nécessaire d'insister. Ces deux minéraux ne sont pas en quantité absolument infime ; ils sont aisément reconnaissables à la loupe et facilement séparés en quantités notables par une des solutions lourdes de M. le professeur Thoulet. On sait à présent que l'allanite est distribuée largement dans les roches éruptives, ainsi que Scherer l'avait démontré dès 1842, et ce fait a été récemment confirmé par les travaux de Iddings et Cross, de Hobbs, de M. le professeur Lacroix du Muséum, et autres.

On voit en résumé que la présence des métaux précieux dans les roches, aussi bien que celle des éléments rares, est un fait d'ordre général.

Présence de minerais métalliques dans les roches ignées. — Les résultats anciens des analyses de roches par Dieulafait, Curtis, Hildebrand, Mallet et Becker sont intéressants; mais les travaux de Robertson, qui a exécuté des déterminations probantes sur la teneur en plomb, zinc et cuivre des roches sédimentaires et ignées du Missouri, ont une portée scientifique et économique infiniment plus grande. Emmons a démontré, d'après les analyses faites par L.-G. Eakins, la présence générale de l'or dans les roches ignées du Colorado central. Don a fait une enquête approfondie sur les roches aurifères de l'Australie. J'ai signalé moi-même, il y a plus de quinze ans, la présence de l'or et de l'argent dans les roches cristallines de la Sibérie et de la province Amourienne et, postérieurement, dans diverses roches métamorphiques ou éruptives et dans leurs latérites, notamment dans les diabases, de la Guyane française. Wazoner a trouvé des teneurs relativement grandes, en or et en argent, dans les granits, diabases, syénites et autres roches de Californie et du Nevada. Il convient de rapprocher de ces constatations les travaux de Van Hize, qui attribue au cuivre contenu au sein des laves basiques du Keweenawan, répandues dans tout le bassin du Lac Supérieur, une importance bien plus grande au point de vue de la genèse des gîtes minéraux de cette célèbre région que toute autre théorie expliquant la concentration métallique sur certains points. Ipurr a démontré que « dans le district minier de Washington (Monte-Christo), les minerais proviennent directement, par concentration, de la tonalite, au sein de laquelle on les trouve, Keyes a trouvé que dans les Gold Mountains de New Mexico contenant les fameux gîtes de Los Cerillos, Ortiz, Tuertos et San Isidro, dans la laccolithe, les micaandésites non décomposées tiennent souvent une valeur supérieure à un shilling d'or fin à la tonne de roche. Les analyses de deux séries de roches ignées et métamorphiques de la Guyane anglaise ont donné à Harrisson des teneurs relativement élevées de la plupart des métaux communs, et *un seul échantillon* ne contenait pas d'or.

Présence de minerais métallifères dans les roches. — La grande dissémination des minerais métalliques dans les massifs cristallins de roches ignées est non seulement connue dans ses grandes lignes par les analyses chimiques, mais est rapidement reconnue par l'examen micrographique. En se basant à présent, non plus, sur les anciens travaux de chimie relatifs à l'étude de la composition des roches, il y a cinquante ans, mais sur les récentes investigations plus exactes et plus précises, beaucoup de pétrographes tendent à penser que la source originale des métaux se trouve dans les roches ignées. Il suit de là que les métaux contenus dans les roches ignées peuvent être considérés comme en relation directe avec la formation des gîtes minéraux. Le professeur Van Hize a dit récemment à ce sujet: « Je n'ai pas de doute que les métaux contenus dans les minerais sont, en grande partie, dérivés des roches ignées qui ont été injectées ou épanchées sur la lithosphère. »

A ce point de vue, rien n'est plus significatif que la série étendue d'analyses chimiques de roches conduites par Forchkammer dans lesquelles des quantités appréciables de tous les métaux usuels ont été trouvées. Cette déduction que les métaux des minerais proviennent en majeure partie des roches ignées adjacentes a donc précédé la publication de la fameuse hypothèse de Sandberger de plus d'un quart de siècle. Par des investigations encores plus délicates, Sandberger a tracé le classement des principaux métaux contenus dans les roches ignées d'après leurs constituants ferro-magnésiens. Bien que les vues de cet auteur au sujet de la dissolution des métaux dans les roches ferrugineuses aient été vigoureusement combattues, notamment par Stelzner et par Posepny, le phénomène général de la présence en quantités appréciables des métaux dans les roches ignées est péremptoirement démontré par des travaux si nombreux, que je ne puis songer à les résumer sans omission.

Je dois cependant une mention spéciale aux méthodes spectrographiques appliquées aux études de métallogénie par MM. de Launay et G. Urbain. Dans une récente communication à la société géologique de France (4e série, tome X) ces deux savants ont étudié les résultats que donne ce procédé d'investigation appliqué aux blendes et aux minéraux qui en dérivent.

Bien qu'ils ne signalent dans aucun des échantillons qu'ils ont étudiés, la présence de l'or, il est certain qu'ils auraient trouvé le métal précieux dans les blendes d'Andavakoëra s'ils en avaient eu à leur disposition, car j'ai rapporté des pseudomorphoses quartzeuses de blende et de galène provenant du gîte de Ranomafano, où des dendrites filiformes d'or argentifère tapissent et traversent les cavités ferrugineuses restant après la dissolution des sulfures.

Les blendes étudiées par MM. de Launay et Urbain renferment toutes en dehors du sulfure de zinc plus ou moins ferrifère ou cadmifère, décrit minéralogiquement, des traces abondantes de très nombreux métaux : l'étain est associé d'une façon constante aux blendes liées à la récristallisation par retour en profondeur dans les couches interstratifiées à aspect archéen. Le bismuth et le cuivre en sont les satellites ordinaires.

Dans les blendes d'Algérie le mercure remplace l'étain dans les gîtes d'âge tertiaire. Le germanium s'y manifeste constamment ainsi que dans les blendes du même âge de Pierrefitte (Hautes-Pyrénées).

Toutes ces associations si importantes au point de vue de la question de l'origine des dépôts métallifères étaient impossibles à mettre en évidence avant la découverte de ces nouvelles méthodes d'investigations scientifiques.

Métaux dans les roches volcaniques. — Des analyses chimiques de laves récentes et d'autres déjections volcaniques démontrent aussi que ces roches contiennent de notables quantités de métaux. C'est ainsi que, dans les cendres volcaniques du Vésuve, Commanducci a trouvé près de 1 0/0 de cuivre. Les laves andésitiques de Lantoka, dans les îles Fidji, ont donné à Jans plus de 0,30 0/0 de cuivre. Mallet a trouvé de notables quantités d'argent dans les cendres des volcans Cotopxi et Tunguragua.

J'ai exploité moi-même de 1882 à 1885 des chargements entiers de barytines argentifères d'origine volcanique tenant plusieurs kilos d'argent à la tonne, dans l'Ile de Milos (Archipel).

Les beaux travaux de M. Lacroix sur les phénomènes volcaniques actuels et anciens sont et resteront classiques aussi bien pour Madagascar que pour les autres régions étudiées par ce savant. On trouvera, au chapitre III du présent volume, une étude des gisements de cuivre natif dépendant des grands épanchements de basalte et de laves de l'ouest de Madagascar (région du lac Kinkony, province de Majunga) qui n'avaient jusqu'ici été que sommairement décrits. De nombreux autres exemples pourraient être cités.

Ces considérations trouvent leur application dans la formation des gisements aurifères de la colonie de Madagascar, et c'est l'étude de ces derniers qui m'a amené, en résumant mes connaissances antérieures, à chercher à établir une synthèse de cette présence de l'or dans les roches proprement dites et d'en tirer des déductions intéressantes non seulement au point de vue pratique de l'exploitation des gîtes alluvionnaires, mais aussi de celle des roches en place, en recherchant les endroits où, pour une raison ou pour une autre, l'enrichissement est suffisant pour permettre le traitement avec profit des roches aurifères dans leur gisement originaire.

Engagé sur cette voie, j'ai étendu mes recherches non seulement aux colonies et aux pays étrangers où m'ont appelé mes occupations professionnelles, mais à la France continentale elle-même. Je sortirais du cadre que je me suis tracé pour cet ouvrage si j'entrais dans le détail de mes investigations en vue de mettre en évidence la présence de l'or dans les terrains primitifs et métamorphiques du Plateau Central français, avec ses annexes : Morvan, Limousin, Vivarais, Pyrénées, Vendée et Bretagne. Qu'il me suffise de dire que j'ai pu constater sur un grand nombre de points de ces régions variées la présence de l'or, avec des teneurs dépassant souvent plusieurs grammes à la tonne, non seulement dans les quartz, mais fréquemment aussi dans des micaschistes ou des quartzites ne contenant aucune trace d'introduction de l'or dans la roche postérieurement à leur formation.

C'est donc un problème d'ordre général que celui de l'origine des métaux et plus particulièrement de l'or dans les roches. Cette détermination a été énormément facilitée par les méthodes de photographie avec l'aide du microscope. On peut dire que sans cet ingénieux moyen d'investigation, la constitution intime des innombrables variétés de roches ignées, cristallines ou non, nous resterait absolument fermée comme elle l'a été aux générations antérieures à la nôtre. Ce n'est, en effet, que grâce à l'aide du microscope polarisant qu'on peut affirmer avec certitude, d'un simple coup d'œil, si la roche a, ou non, subi une transformation et par conséquent si les métaux ont pu être ou non introduits postérieurement à la solidification de la masse rocheuse. A ce point de vue les analyses des roches métamorphiques ou sédimentaires ne peuvent pas toujours être concluantes. C'est ainsi que, dans le cas des granits du Missouri, et des diabases, analysés par Robertson, de moi-même à la Guyane, de M. Lacroix à Madagascar, les résultats doivent être tenus pour positifs, tandis qu'ils ne sont pas à l'abri des critiques pour les déterminations, tout aussi exactes cependant des calcaires et des dolomies, pour le plomb. Les analyses de Wemmer, sur les roches avec zinc de l'Iowa ne sont pas indiscutables, pour la même raison. En réalité, ces analyses ne fournissent pas plus d'indications que l'observation à la loupe. Toutefois les probabilités sont, pour ce dernier genre de roche, en faveur de l'introduction des substances métallifères *postérieurement* au dépôt du terrain.

Alluvions aurifères provenant de l'érosion de roches aurifères. — Mes premières observations à ce sujet datent du début de mes voyages en Sibérie, en 1895. J'avais été frappé du nombre de placers éminemment riches ayant donné des productions d'or dépassant le chiffre de plusieurs dizaines de millions trouvés dans des pays es-

sentiellement granitiques, à granit fondamental, dépourvus de toute espèce de filons ayant pu donner naissance par l'action lente de destruction des agents atmosphériques à d'aussi importantes accumulations de métal précieux à l'état détritique. Tel était, par exemple, le cas des fameux placers du Djolon (bassin de la Zéya, province amourienne), que leur très grande richesse avait fait nettoyer dans leurs moindres recoins. Comme la méthode sibérienne d'exploitation des placers comporte, comme on le sait l'enlèvement complet des alluvions du placer, leur transport, par des moyens mécaniques ou par des charrettes jusqu'au lavoir et la mise en tas, sur certains emplacements bien déterminés, des résidus du lavage, il s'ensuit que le fond même des placers, complètement nettoyé de la couche aurifère et des morts-terrains qui la surmontent, se prête admirablement à une étude géologique du bed-rock.

De nombreuses analyses faites en vue de doser l'or total du granit qui formait le sol de ces placers du Djolon me donnaient invariablement des teneurs nulles en métal précieux, les quelques résultats contradictoires tenant à ce qu'on n'avait pas suffisamment nettoyé l'échantillon de l'or libre apporté par les eaux dans les clivages du bed-rock. On sait, en effet, avec quelle facilité l'or, libéré de ses gangues, en petites particules ou en paillettes, pénètre dans les moindres fissures du sol. C'est grâce à ce fait qu'il est en général possible de comprendre dans le volume des alluvions proprement dites à exploiter et à laver dans un placer, les premiers décimètres du bed-rock proprement dit; c'est même souvent là que réside la majeure partie de la richesse.

Pris en profondeur, à l'abri de cette cause d'erreur, le granit du Djolon se présentait invariablement avec une teneur en or nulle. Ce n'était donc pas dans la destruction et concentration sur place de cette roche qu'il fallait chercher la cause de l'énorme richesse des alluvions exploitées à cet endroit.

Ce fut en étudiant les alluvions d'une autre rivière dans laquelle les teneurs passaient, sans qu'on puisse en trouver une raison plausible, de chiffres très élevés à zéro, que je fus amené à me rendre compte de la cause de ces variations.

Plusieurs kilomètres pauvres ou stériles séparaient en général les passages riches. Ces derniers coïncidaient avec les synclinaux des terrains encaissants, ce qui me conduisit à chercher dans la tectonique de la région la solution du problème.

L'étude stratigraphique des terrains encaissants me donna l'explication désirée. Je remarquai que les micaschites, gneiss et autres roches feuilletées encaissantes, formaient une série de plis au sein desquels la rivière avait creusé, perpendiculairement à leur axe, son cours rapide et encombré de cailloux. C'était aux points où cette sorte de section vive

dans les micaschistes avait érodé une couche aurifère interstratifiée que se présentaient ces enrichissements successifs. Cette observation fut pour moi un trait de lumière, car je compris aussitôt que cette même formation, actuellement disparue, se continuait évidemment sous forme d'un dôme arasé sur tout l'emplacement du placer de Djolon, et c'était à sa destruction, accompagnée de la concentration naturelle par les agents atmosphériques dans le thalweg des vallées, grâce au poids spécifique élevé de l'or, qu'était due la formation de ce placer.

J'en déduisis immédiatement aussi une des règles que j'ai énoncée dès cette époque, que j'ai vérifiée ensuite dans d'autes pays aurifères, notamment à la Guyane, et cette observation, devenue désormais classique, a servi de guide à de nombreux prospecteurs.

Je veux parler de la disposition *rayonnante* des placers que j'observai d'une façon bien nette, pour la première fois, dans le bassin de la Zéya, en 1895, et qui s'explique tout naturellement par le mode de formation que je viens de décrire.

On comprend, en effet, que, si une voûte surbaissée de terrain gneissique contenant des lentilles aurifères vient à être détruite par l'action lente soit des pluies, soit des divers agents destructeurs et, notamment, de la glace dans les pays froids avec alternatives de gel et de dégel, ou encore, des phénomènes de latérilisation dans les pays tropicaux, le résidu de ces décompositions variées contenant la totalité de l'or ainsi libéré doit se répartir à la ronde dans tous les cours d'eau que ces mêmes agents atmosphériques ont creusés, déterminant ainsi le réseau hydrogaphique actuel, et déposé l'or non seulement dans une des vallées, mais aussi, si les circonstances s'y prêtent, sur les crêtes d'où ces vallées descendent et sur les versants opposés. D'où cette règle, que j'ai énoncée en 1895 dans mes ouvrages sur la Sibérie, puis sur la Guyane en 1897 et dans nombre d'autres publications postérieures où j'ai consigné le résultat de mes observations, au fur et à mesure qu'elles s'étayaient mutuellement par la somme des faits par moi constatés au cours de mes voyages professionnels, de la *disposition symétrique* par rapport aux crêtes divisoires des placers reconnus par des travaux de prospection et par la *disposition rayonnante* de ces mêmes enrichissements, lorsqu'au lieu d'une chaîne on a affaire à un nœud orographique.

On voit par conséquent combien est étroit le lien qui unit les phénomènes d'érosion des roches aurifères dans leur masse avec la formation des placers qui en proviennent.

Divers caractères, et notamment l'apparence et la grosseur de l'or, peuvent déjà mettre sur la voie le chercheur, le prospecteur attentif.

Les gîtes provenant de la décomposition des roches aurifères proprement dites présentent en général de l'or fin assez régulier comme gros-

seur, et comme teneur ne suivant pas, comme dans les gîtes alluvionnaires provenant de la décomposition d'un filon, le classement logique par volumes. Les grosses pépites de plusieurs grammes ou même de plusieurs kilogrammes se trouvent uniquement dans le voisinage immédiat du filon aurifère dont elles proviennent, et les morceaux de plus en plus petits, de plus en plus légers ont été entraînés à des distances croissantes, comme le fait une pincée de poudre d'or dans le fond de la batée au moment où l'élimination des parties légères étant terminée, l'ouvrier, par un mouvement habile, étale l'or provenant de son opération en une mince couche en forme de comète, dont il déduit, par le simple aspect, la teneur de l'alluvion qu'il vient d'essayer.

Il y a bien dans les placers ayant pour origine la destruction des roches aurifères, une certaine loi d'enrichissement, ne fût-ce que l'entraînement par les eaux d'une partie de l'or fin provenant de la roche détruite, mais ce n'est qu'un enrichissement secondaire, de peu d'importance. La teneur moyenne, sur toute la surface où se produit la destruction des roches surmontantes, présente au contraire une régularité des plus frappantes. Aussi des placers de ce genre, surtout lorsque la teneur des alluvions est élevée, permettent-ils de réaliser des profits considérables. Le tableau de production du placer Léonowsky, situé sur l'affluent Djolon, que je reproduis ci-dessous, en est un exemple éclatant.

TABLEAU DE PRODUCTION DU PLACER LÉONWSKY DE 1884 A 1894

ANNÉES	POIDS D'OR OBTENUS			VALEUR EN FRANCS
	POUDS	LIVRES	ZOLOTNIKS	
1884	35	33	26	1.792.000
1885	44	22	68	2.228.000
1886	70	11	95	3.615.000
1887	56	30	77	2.838.000
1888	69	39	69	3.500.000
1889	133	7	59	6.659.000
1890	144	30	75	7.238.000
1891	83	»	80	4.151.000
1892	27	26	70	1.386.000
1893	39	29	57	1.980.000
1894	32	30	18	1.688.000
				37.075.000

Teneur moyenne réalisée : 2 zol. 7 dol. par 100 pouds équivalent à une valeur d'or retirée de 35 fr. 70 par mètre cube d'alluvion.

Toutes ces productions ont été réalisées dans la durée des campagnes annuelles en Sibérie orientale, qui ne comportent que cent à cent quinze

journées de travail effectif, l'eau n'étant à l'état liquide que pendant cette courte période, à cause de la rigueur du climat.

Il ne faut pas s'étonner qu'on puisse attribuer à la destruction des roches aurifères, la plupart du temps très pauvres, — presque toujours moins d'un décigramme au mètre cube, — le dépôt de placers aurifères représentant une valeur de plusieurs millions de francs. On doit en effet mettre en balance l'énorme quantité de roches détruites depuis les premiers âges géologiques, où, la vapeur d'eau s'étant condensée et les saisons devenues tranchées, la destruction de la croûte terrestre a pu prendre naissance.

Envisageant la question au point de vue général, il ne semble pas y avoir de doute que l'eau de mer, les sédiments marins et les roches métamorphiques contiennent amplement des quantités de métal susceptibles de suffire à la création de gîtes minéraux, même les plus importants que nous connaissions.

D'après un calcul fait par Liversidge, le poids total de l'or contenu dans l'eau de mer, en admettant seulement un chiffre de 3 milligrammes d'or au mètre cube, ressort à l'énorme chiffre de 150 billions de tonnes métriques. Bull a calculé aussi que, dans le district de Potosi, — la zone plombifère la plus importante du Visconsin, — il existe 1/1.400^e^ de 1 0/0 de plomb, en limitant le volume à une tranche de 100 pieds d'épaisseur et en prenant seulement la moitié de la distance entre les veines et les filons. C'est, en poids, à peine 1/7.000.000^e^ de la masse rocheuse.

Dans les calcaires de la région Ozark, Robertson a trouvé une moyenne de 0,001 0/0 de plomb et plus du double pour le zinc. Un bloc de 1 mille carré et de 500 pieds d'épaisseur contiendrait environ 14.000 tonnes de plomb et 42.000 tonnes de zinc métallique. Dieulafait, en analysant des centaines de roches de toutes espèces, y trouvait toujours des quantités appréciables de cuivre et de zinc.

Une série considérable de roches métamorphiques à la Guyane anglaise a donné à Harrisson de notables quantités de cuivre et d'autres métaux lourds.

Dans tous ces cas, les métaux diffusés ont été considérés comme incorporés contemporainement avec le dépôt de la roche.

Application à Madagascar. — Ces principes trouvent à Madagascar une confirmation évidente lorsqu'on étudie d'une façon un peu détaillée les formations aurifères de la colonie.

Les gîtes et alluvions aurifères de Madagascar n'appartiennent pas aux types classiques tels qu'ils sont décrits dans les ouvrages qui traitent de l'industrie aurifère dans les pays où ce genre d'exploitation a donné

les résultats les plus éclatants, notamment en Californie. On sait quelles immenses quantités d'or ont été produites dans les débuts de l'exploitation aurifère dans les vallées des fleuves Sacramento, Yuba et autres, se déversant dans l'océan Pacifique. Ces rivières ont eu, pendant les périodes géologiques antérieures à la nôtre, des cours appartenant à une orographie entièrement différente de celle que nous constatons aujourd'hui. Il en résulte que les dépôts aurifères de l'époque miocène, nettement constitués par des terrasses et par des lits d'anciens cours d'eau, se trouvent suspendus au-dessus des vallées quaternaires et actuelles qui les recoupent, donnant ainsi toute facilité pour l'évacuation des stériles après le lavage. Sans cette disposition naturelle, il n'aurait pas été possible aux Américains d'appliquer au traitement de ces alluvions suspendues leurs méthodes brutales, mais saisissantes par l'ampleur des résultats qu'elles produisent, dites *hydraulic system*, ni même leurs exploitations par grands sluices qui leur ont permis de réaliser rapidement de très considérables quantités d'or. En outre, la plupart de ces alluvions aurifères proviennent de la destruction de nombreux filons aurifères probablement d'âge tertiaire qui sillonnent les flancs de la chaîne des Montagnes Rocheuses, l'or s'étant concentré dans les thalwegs par suite de son poids spécifique élevé.

A Madagascar, rien de pareil; les alluvions aurifères se trouvent en général dans le fond des vallées actuelles ou au sein de terrains quaternaires peu élevés au-dessus du niveau actuel des eaux, et il ne semble pas que la méthode hydraulique puisse s'appliquer à des alluvions aurifères comparables à celles qui ont fait la renommée de la Californie et même de certaines régions de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande. Je suis loin cependant de condamner d'une façon définitive l'application du procédé hydraulique, c'est-à-dire l'utilisation de la force vive de l'eau amenée sous pression sur le lieu de travail pour exploiter certains gisements aurifères de la colonie. Je crois même que le traitement par cette méthode de certains gîtes aurifères qui seront examinés plus loin (terres de montagnes, gîtes éluviaux, etc.) constituera un procédé réellement payant ; ce sera un terme de passage entre les exploitations alluvionnaires proprement dites et la mise en la valeur des gîtes aurifères en place; mais ce qu'on peut dire d'ores et déjà, c'est que cette méthode n'est pas de celles qui puissent s'appliquer d'une façon aussi universelle que le sluice, par exemple, dont l'emploi n'est à mon avis, à Madagascar, qu'une question de temps et de pratique à acquérir.

Latéritisation. — Une autre différence radicale que présentent les gîtes aurifères de Madagascar avec ceux de l'Amérique du Nord, de la Sibérie et même de l'Australie, c'est le phénomène de la *latéritisation*,

ou transformation superficielle de la très grande majorité des roches du pays, que ce soient des roches cristallines ou des roches volcaniques, en une terre rouge, compacte, alumineuse, pouvant être taillée à la pioche ou à la pelle avec un talus presque vertical sur plusieurs mètres de hauteur sans s'ébouler, même sous l'action des pluies. C'est cette terre rouge, si familière à tous nos prospecteurs, qui donne aux paysages malgaches, même les plus déserts, un ton chaud, d'un rouge vif, qu'on n'oublie pas lorsqu'on l'a vu une fois, et qu'on taxe d'exagération si le pinceau de l'artiste le reproduit fidèlement sur la toile.



Fig. 1. — Une vue dans l'Imérina. — Latérite avec affleurement de quartz aurifère.

Cette formation de la latérite a été l'objet de nombreuses études dans ces dix dernières années ; on n'en trouve guère que dans les pays tropicaux, et c'est à l'extension de l'exploitation de l'or dans la bande de terrains anciens aurifères qui avoisinent l'équateur aussi bien sur le continent américain (Mexique, Guatémala, Colombie, Venezuela, Guyanes, Brésil) que sur le continent africain (Soudan, Bouré, Côte-d'Ivoire, Baoulé, Côte-d'Or, Abyssinie, Zambèze, Mozambique) et même aux Indes, notamment à Ceylan, où les premiers travaux sur la latérite datent de plus de vingt années, que l'attention a été plus vivement attirée sur ce phénomène.

J'ai moi-même consacré, dans mon *Guide pratique pour l'exploitation*

de l'or à la Guyane, une place spéciale à l'étude des latérites de cette colonie, il y a déjà près de quinze ans. Mes conclusions ont été confirmées par des études ultérieures, principalement par celles de MM. Jean Chautard et Paul Lemoine sur le même sujet.

Il est, je crois, utile que je reproduise ici ces conclusions, car, on va le voir, les latérites jouent un rôle important dans la répartition de l'or et dans l'enrichissement de nombreuses exploitations à Madagascar.

On s'accorde généralement à considérer ces latérites comme un produit de décomposition superficielle des roches sous-jacentes, décomposition qui a pour résultat, d'une part, de faire disparaître la silice et, d'autre part, de concentrer dans le produit final de cette transformation les deux éléments fer et alumine dans une proportion infiniment supérieure à celle qu'ils avaient dans la roche primitivement inaltérée. Point important à signaler : l'alumine se trouve dans la latérite à l'état d'*alumine hydratée*, comme dans la bauxite, et non à l'état de combinaison avec la silice comme dans les argiles. Les latérites alumineuses peuvent donc être considérées au même titre que la bauxite, comme un minerai d'aluminium. Pour certaines roches basiques, les diorites et les diabases, par exemple, la concentration du fer est telle que leur latérite constitue un véritable minerai de fer qui se présente à la surface sous une forme poreuse percée de mille trous comme le serait une éponge, composée presque uniquement de peroxyde de fer hydraté, que les Cayennais désignent sous le nom pittoresque de « roche à ravets » (ravet désigne, en langage créole, une sorte de petits cafards ailés qui pullulent dans la colonie). D'immenses surfaces sont couvertes par des latérites du même genre dans le Soudan et le Fouta Djallon ; elles y sont couramment employées comme minerai de fer par les habiles forgerons de cette partie de l'Afrique occidentale. La jetée du port de Konakry en est entièrement formée, et il est question de les exporter de ce dernier point pour l'alimentation des hauts fourneaux en Europe. La difficulté pour ce dernier emploi consiste dans la présence, dans ces latérites, d'un certain pourcentage de titane qui en rend l'emploi métallurgique très difficile, sinon impossible. Cette impureté se retrouve aussi dans les bauxites, qui, on le voit, ont de si nombreux caractères communs avec les latérites qu'on est tenté de leur attribuer une origine commune.

A Madagascar, on trouve sur certains points ces sortes de minerais de fer latéritiques, bien reconnaissables à leur aspect poreux. Mais, dans la majorité des cas, les latérites sont plutôt alumineuses et sont constituées par ces immenses bancs de terre rouge compacte, savonneuse, qui couvrent d'un manteau presque continu tout le plateau de l'Imerina. Il est à remarquer, en effet, que la latérite ne se trouve pas sur les ter-

rains calcaires, gréseux ou marneux de la bande de terrains secondaires qui s'étend sur tout l'Ouest de la colonie; c'est un phénomène qui est uniquement limité aux terrains dits anciens : cristallins, granitiques, gneissiques, métamorphiques qui sont aussi les seuls terrains dans lesquels se rencontre l'or, en un mot, les *latérites et les terrains aurifères sont confinés dans les mêmes limites*.

Au cours de la décomposition qui a donné lieu à la formation des latérites, l'or contenu dans la roche n'a pas été altéré, mais s'est aussi concentré avec les éléments, fer et alumine, dans le produit final. Il n'est donc pas étonnant de rencontrer les latérites aurifères dans leur masse, et c'est en effet ce que j'ai constaté fréquemment non seulement à Madagascar, mais à la Guyane, où j'ai donné des analyses de ces roches décomposées contenant des teneurs en or dépassant 12 grammes à la tonne. Mais je me hâte d'ajouter que ce sont là des teneurs exceptionnelles, qui seraient d'ailleurs largement rémunératrices même avec des chiffres moindres, étant donné que ces terres, quoique présentant une difficulté réelle pour le débourbage, sont en général faciles à abattre et à laver à cause de leur position élevée au-dessus du niveau des cours d'eau.

Affleurements des filons aurifères dans la latérite. — Il est, je crois, utile de consigner ici mes observations déjà anciennes, relatives à l'influence de la latérisation sur les affleurements des filons aurifères. Les indications de surface sont parfois très trompeuses, et il convient de mettre en garde les prospecteurs contre des conclusions trop hâtives résultant du simple examen de la surface.

La photographie représentée à la figure 1 montre, sur les immenses plateaux archéens dénudés de l'Imerina, l'affleurement quartzeux d'un filon aurifère; de gros blocs de quartz, indiscutablement alignés sur le sol, donnent à penser que le gîte est indubitablement là, sous les pieds, et qu'il n'y a qu'à le recouper à partir du pied de la montagne, par une galerie en direction ou par un travers-banc pour le reconnaître en profondeur, l'échantillonner, sortir du minerai, alimenter tout au moins un petit bocard de prospection pour produire les premiers kilos, si précieux pour donner courage aux actionnaires... nous avons tous passé par là.

Hélas! la réalité est souvent toute autre, et mon expérience des mines d'or en pays tropicaux, à latérites puissantes, notamment à la Guyane, me permet, avec preuves à l'appui, de donner des indications précises à ce sujet. Je ne peux mieux faire que de reproduire ici, sous leur forme familière et élémentaire, les conseils que je donnais, dès 1902, aux prospecteurs guyanais dans le Bulletin du Comité de la Guyane française pour guider leurs recherches de filons dans la latérite.

Des affleurements. — La grande difficulté qu'on rencontre en Guyane quand on veut prospecter le sous-sol, c'est, tout d'abord, l'impossibilité de le toucher. Partout une épaisse végétation cache le terrain et s'oppose à des vues d'ensemble. Ensuite, si on creuse la couche superficielle, c'est de la terre rouge, de la « roche à ravets », du minerai de fer, qu'on rencontre. Ceci pour les trous qu'on fait sur les collines et montagnes.

Dans les vallées, c'est autre chose. On trouve d'abord une épaisseur variant de un à plusieurs mètres de « déblai », sorte d'argile collante de couleur rouge ou jaune, contenant un peu de roche à ravets, mais pas de quartz, puis du sable gris ou blanc, puis enfin la couche aurifère et sous elle, la « glaise » autre argile grise ou brune, très différente du déblai et au-dessous de laquelle il n'y a plus d'or. Tous les prospecteurs connaissent par cœur cette succession.

Dans les têtes de placers, là où le fond a beaucoup de pente, la glaise est remplacée par de la « roche morte » dénomination imagée, pittoresque et très exacte inventée par nos placériens. Les premiers centimètres de cette roche morte sont en général très riches en or et en or gros. La raison de cet enrichissement est fort simple : les interstices des feuillets ont retenu l'or, à la façon des rifles dans un « instrument » (nom guyanais d'un sluice).

Ce n'est que dans les cours d'eau proprement dits et surtout dans les sauts des rivières qu'on peut voir la roche primitive : gneiss, micaschistes, diorites, leptynites, granit et ses dérivés, sous forme de roche vive. L'action de l'eau a enlevé et enlève constamment les parties tendres décomposées et la roche vive apparaît à nu.

Eh bien, sous ces aspects si divers : roche à ravets, roche morte, glaise du fond des placers, c'est une seule et même roche initiale qui fournit ces types si variés, simplement par suite de la décomposition par le climat et les agents atmosphériques. Je vais l'expliquer en quelques mots.

Latéritisation à la Guyane. — La roche à ravets de nos placériens est une des nombreuses formes de ce que les géologues appellent la *latérite*. Cette roche est spéciale aux pays chauds. Il n'y a de latérite ni en Europe, ni en Sibérie, ni au Canada, ni en Nouvelle-Zélande ni à la Terre de feu Elle est caractéristique de toutes nos possessions africaines. Le wharf de Conakry est constitué par des blocs de minerai de fer qu'on croirait arrachés à nos coteaux de Roura ou de l'Orapu, Madagascar est le gisement classique des « terres rouges » qui donnent à ses paysages ces tons rouge sang reproduits par nos peintres coloniaux. Même observation pour l'Inde, Ceylan et enfin toute l'Amérique centrale du Venezuela au Brésil inclus.

On a noirci et on noircira encore beaucoup de papier pour expliquer ce phénomène. J'ai moi-même, sur ce sujet, des opinions que j'ai développées dans mes publications sur la Guyane. Je me contenterai de dire ici, en les résumant, que la latérite est une transformation de la roche sous-jacente dans laquelle les deux éléments, fer et alumine, se sont concentrés au point d'en faire souvent un véritable minerai de fer ayant l'aspect d'une éponge, noire à la surface, à poussière rouge. Naturellement, il a fallu des siècles et des siècles pour opérer un pareil changement, mais on peut saisir le phénomène sur le fait en prenant la peine de creuser cette couche superficielle pour arriver à la roche inaltérée. C'est, au moins, une question de 15 à 20 mètres de profondeur, suivant la hauteur du point où on aura fait l'attaque au-dessus du cours d'eau avoisinant. On peut éviter de faire ce travail « non payant » au premier chef, en descendant dans le puits du Rocher d'Adieu-Vat. On voit distinctement, entre le 1[er] et le 2[e] niveau, la terre rouge de la surface passer à une diorite vert foncé, qui sert de paroi au filon.

Mais il n'y a même pas besoin de quitter Cayenne pour vérifier le phénomène. Le mont Cépérou, sur lequel est construit le sémaphore, est entamé sur la face regardant la ville par des carrières dont on extrait de la pierre vive (le grison), qui n'est autre chose qu'une amphibolite à grain fin. Or tout le sommet et le versant regardant la mer sont constitués par la latérite ou terre rouge. On voit, sur le flanc des carrières, tous les termes du passage entre le grison et la terre rouge.

Mais, la roche morte, me direz-vous, cela ne ressemble guère à la roche à ravets : comment établissez-vous la communauté d'origine de matières aussi dissemblables?

La réponse est simple.

Le grand agent de décomposition, ce sont les eaux en circulation dans le sol : Or les eaux pluviales ne s'écoulent qu'en partie par la voie du ruissellement superficiel. Une forte proportion pénètre dans le sol, s'y enfonce, en apportant, en dissolution, de l'oxygène, de l'acide carbonique, etc., qui jouent un rôle important dans la décomposition du sous-sol. Or, cette circulation souterraine s'arrête au niveau général d'écoulement des eaux de la région, c'est-à-dire *grosso modo*, au niveau des rivières et cours d'eau avoisinants. Au-dessous de cette cote, les eaux restent en puissance dans le sol, mais sans y circuler et les phénomènes de décomposition, sans oxydation, y sont tout différents. Les feldspaths se kaolinisent mais ne sont pas entraînés ou dissous ; le fer, au contraire, est éliminé à l'état de sels ferreux solubles, de sorte que le même terrain de micaschiste ou de gneiss par exemple, qui est le cas général en Guyane, donnera de la roche à ravets sur les hauteurs et de la glaise blanche ou grise sous les vallées.

Quant à la roche morte, la stratification des micaschistes y est encore visible : ce n'est plus de la roche intacte, mais ce n'est pas encore de la glaise. C'est une roche en voie de décomposition finale.

Il est très facile de vérifier ce qui précède, en pratiquant, comme je l'ai souvent fait, un trou de sondage avec une cuiller à mouche, dans la glaise du fond d'un placer quelconque. Après avoir traversé une épaisseur de 80 centimètres à 1 mètre, on commence à sortir une glaise présentant des traces de stratification, le mica s'y présente en lignes ferrugineuses ; ce qu'on sort prend l'aspect de la roche morte. Si on pousse plus loin le

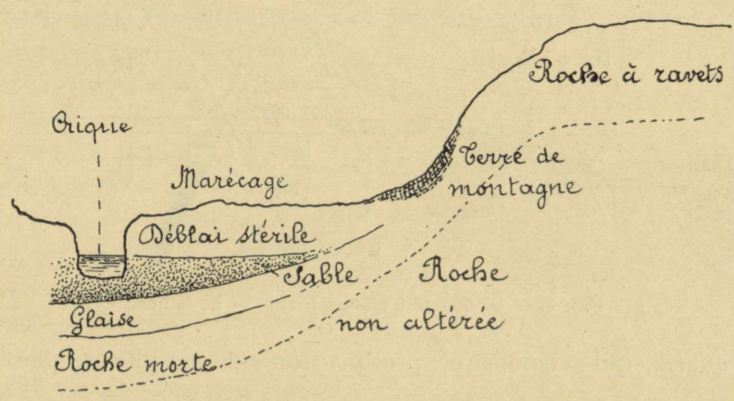


Fig. 2. — Coupe théorique d'une vallée latéritisée.

sondage, on finit, après une épaisseur de plusieurs mètres, par arriver au micaschiste non altéré.

En résumé, la coupe d'une vallée aurifère typique guyanaise, avec roche à ravets et glaise sous le placer dans la vallée, est celle représentée à la figure 2.

Les « terres de montagne » ont une autre origine. Ce sont des gîtes éluviaux avec *quartz non roulé*, provenant de la décomposition sur place de roches légèrement aurifères, des diorites ou amphibolites. Elles se présentent en général sur le flanc et vers le pied des montagnes, avant d'atteindre le « marécage ». Elles sont souvent exploitables avec profit sur une assez grande hauteur. L'or y est en général rougi par des oxydes de fer collants avec quartz peu roulé. Ces gîtes sont faciles à exploiter si on peut y dériver de l'eau en hauteur, car on peut y placer des sluices ou des long-toms sans se préoccuper du débourrage à la sortie des instruments vu la position élevée au-dessus de la crique.

Décomposition superficielle des filons. — Le phénomène que je viens de décrire se complique lorsqu'il se trouve, dans la formation.

exposée à l'action des agents de décomposition, des filons ou gisements aurifères.

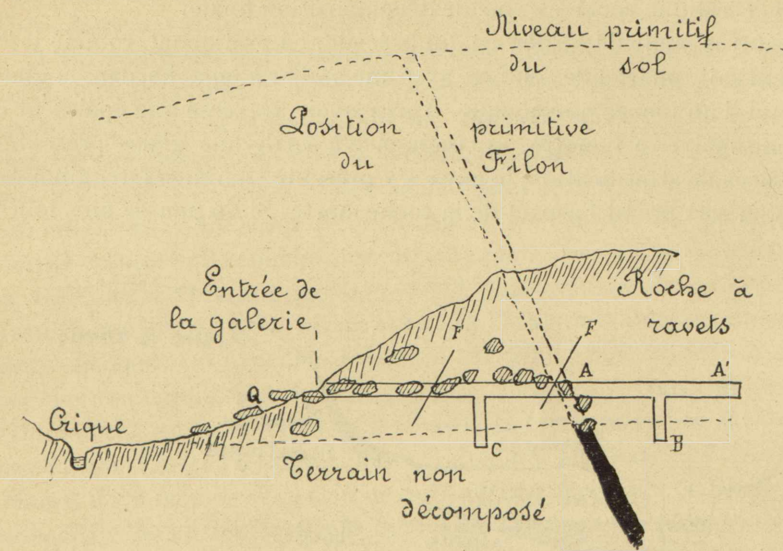


Fig. 3. — Q, quartz d'affleurement. — F, failles.

Le quartz, qui accompagne presque toujours ces gîtes en place, est

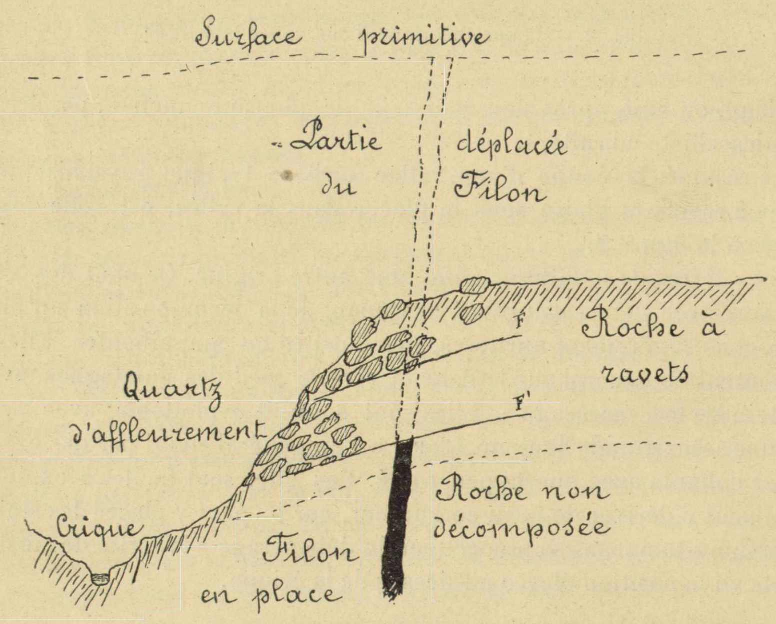


Fig. 4. — Glissement des quartz d'affleurement.

désagrégé, se mélange plus ou moins avec la roche à ravets et se trouve

entraîné petit à petit avec la masse du terrain en décomposition. Il peut alors se présenter plusieurs cas :

Si le filon affleurait sur un flanc de montagne, comme l'indique la figure 3, il s'est couché en se désagrégeant et il fait croire aux chercheurs qui pénètrent dans l'affleurement, qu'ils ont affaire à un filon-couche horizontal. Pleins d'espoir, ils continuent leur galerie, AA′ de la figure et ne trouvent rien. Un puits B ne trouve rien que de l'eau. Si le chercheur est tenace, a la foi, il tente encore un puits en C. Toujours rien, la figure fait comprendre pourquoi. En attendant, on est toujours dans la terre rouge qui, dès qu'il tombe la moindre pluie, fait casser les boisages, on a perdu le minerai, finalement, on abandonne, faute d'argent et d'indications précises. Ma figure n'est pas inventée, c'est le dessin d'une recherche que j'ai visitée moi-même.

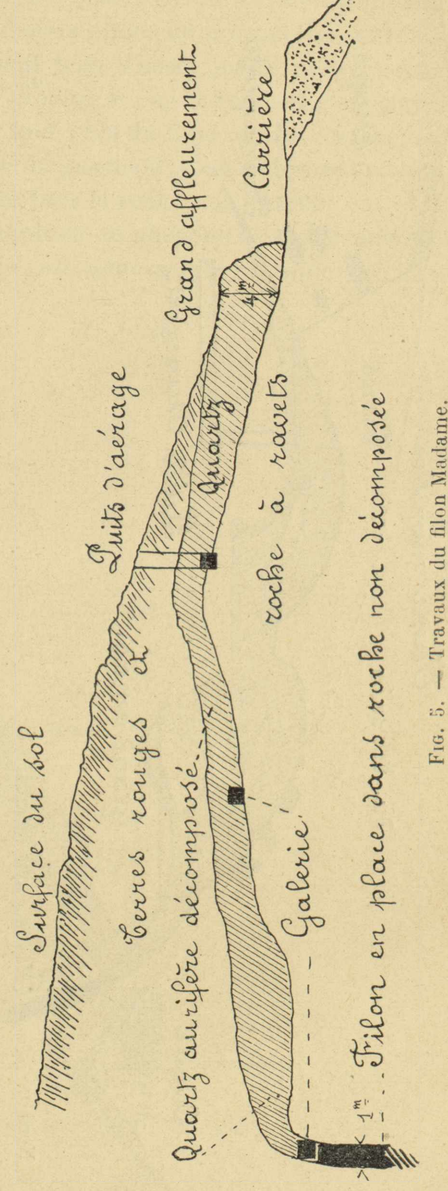


Fig. 5. — Travaux du filon Madame.

D'autres fois, le filon s'est désagrégé sur lui-même, formant un grand amas de quartz qui trompe les chercheurs, en leur faisant croire que les épaisseurs constatées sont celles du gîte véritable. Il n'est pas facile non plus de trouver la racine, car elle est souvent dissimulée par des accidents, des glissements de terre rouge, FF′, qui ont déplacé le terrain postérieurement à l'agrégation du quartz sur place et l'ont charrié loin de la racine (*fig.* 4). On doit donc se méfier et ne se considérer comme possédant le filon en place que lorsqu'on le tient dans la roche encaissante non décomposée. Tant qu'on se trouve dans la roche à ravets ou dans la terre

rouge, il ne faut pas se considérer comme ayant réellement démontré l'existence du gîte en place.

Pour confirmer ces vues théoriques, je donne ci-contre trois coupes de gisements filoniens absolument typiques. Ce ne sont pas des dessins approximatifs, mais des réductions à l'échelle des plans d'exploitation. Ils sont donc la reproduction exacte de la formation réelle. Dans tous les trois la racine véritable du gisement en roche non décomposée a été trouvée.

Fig. 6. — Filon Joyeuse.

Filon Madame. — La figure 5 qui représente les travaux du filon Madame à Adieu-Vat, est un bon exemple de filon paraissant couché et très puissant aux affleurements, se transformant en un filon beaucoup plus étroit, quoique puissant encore, et très redressé, dès qu'on quitte la région décomposée de la surface. On y est arrivé par une descenderie et un puits, avec galerie de rabais.

Filon Joyeuse. — Au filon de Joyeuse à Saint-Élie (*fig.* 6), les travaux exécutés par feu M. Raimeau peuvent servir de modèle à des recherches qui pourraient être entreprises sur d'autres points de la colonie.

Comme on le voit sur la coupe que j'aie relevée sur ce gisement, on a eu affaire, dans le début, à un énorme amas de quartz terminé en pointe dans le sens de l'intérieur de la montagne. Tout le monde croyait que le filon s'enfonçait vers le

sud ; aussi des galeries et des puits (Puits Dunezert) avaient été pratiqués pour le recouper en profondeur. Ces travaux furent complètement stériles, vu qu'on tournait le dos à la véritable racine du gisement.

Heureusement que toute la masse de quartz accumulé était payante, de sorte que, comme on avait monté deux pilons de prospection qui faisaient avec ce quartz, préalablement trié, d'assez jolies productions, on continua à exploiter l'amas par gradins à ciel ouvert, et c'est ainsi qu'en pratiquant un dernier gradin tout près du fond de la crique, on arrivera à trouver la racine véritable du gisement, c'est-à-dire le filon en place, de 0^{m},70 de puissance, encaissé dans la roche non altérée.

Je citerai encore, pour montrer combien ce phénomène d'*affaissement* des filons aurifères dans les latérites est général, un exemple tiré des

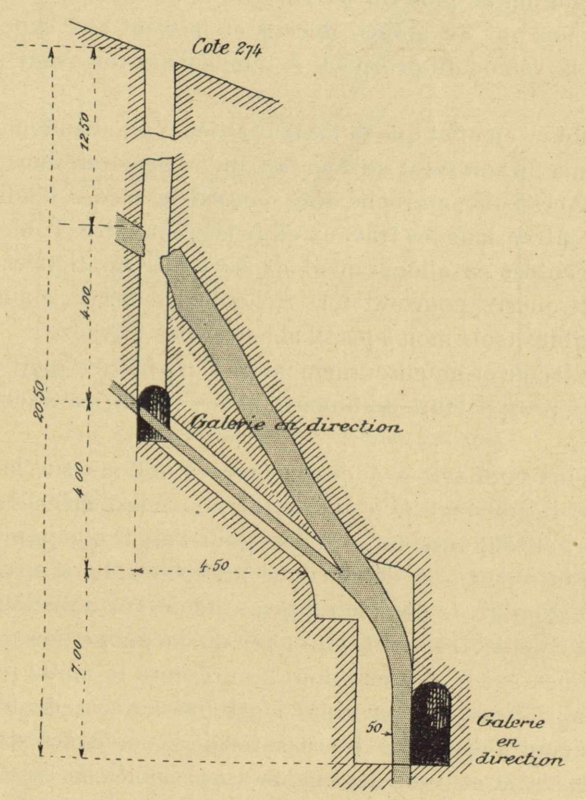


Fig. 7. — Filon de Krakuasson (Société du Bandama).

gisements du Bandama (Côte-d'Ivoire). On sait que de très nombreux puits indigènes marquent les affleurements des filons, et comme beaucoup de ces puits rencontrent les quartz aurifères à des profondeurs à peu près égales, on avait conclu à l'existence de *couches aurifères* horizontales

ou peu inclinées. L'approfondissement des travaux, notamment au filon dit de Krakuassou (*fig.* 7) démontre que, comme dans les filons guyanais, la racine véritable du gisement est voisine de la verticale.

Conclusions. — Dans les prospections filoniennes latéritiques, il faut chercher à mettre en évidence les filons par des travaux à ciel ouvert, de manière à produire d'abord du quartz qu'on peut broyer dans des moulins de prospection, ce qui donne déjà une petite production, qui est d'un bon effet moral.

Tâcher de trouver la racine du gîte, en terrain non décomposé. Se rappeler que toutes les galeries faites dans la terre rouge ou en terrain décomposé, sont difficiles à entretenir pendant la saison des pluies et qu'il importe de gagner au plus vite les travaux au rocher, qui sont plus chers, il est vrai, mais qui, au moins, durent et laissent aux experts chargés d'apprécier la valeur du prospect, le temps d'arriver avant que tout ne s'éboule.

Ne pas oublier en effet que la mine d'Adieu-Vat, abandonnée une première fois, n'a dû son salut qu'à ce fait qu'on pénétrait dans le filon par un court travers-banc, en roche dure, qui existe encore, d'ailleurs. Cela a permis de rentrer dans les travaux et de les reprendre. Toutes les autres galeries exécutées en allongement dans ce gîte, pratiquées en suivant les traces de quartz, pourtant fort riche de la surface, étaient éboulées et impraticables trois mois après l'abandon des travaux.

C'est une leçon et un enseignement de l'expérience qu'il convient de rappeler aux prospecteurs de filons dans les colonies à latérites.

Or dans les roches. — A ces premières notions sur les gisements latéritiques, il convient d'en ajouter de nouvelles, spéciales celles-là, à Madagascar, et tout aussi importantes pour l'étude que je présente, c'est la question de répartition de l'or dans les roches. Il est à remarquer, en effet, que le nombre de gisements primitifs de l'or actuellement reconnus dans la colonie, est suffisant pour qu'on puisse poser des conclusions certaines sur la manière dont se présente le métal précieux dans les roches aurifères de ce pays. Ce n'est pas au sein de filons proprement dits, c'est-à-dire dans des cassures de l'écorce terrestre recoupant d'une façon nette et sous des angles appréciables la stratification des roches encaissantes, que se présente l'or à Madagascar. On a conservé par habitude phraséologique courante le nom de filons aux gisements, parfois très continus et visibles sur une grande longueur, où l'or se présente dans les gisements du plateau central; mais un examen un peu approfondi montre qu'il s'agit de gîtes nettement interstratifiés (*fig.* 8), c'est-à-dire parallèle au feuilletage, à la stratification du terrain,

épousant ses accidents, ses inflexions, ses rebroussements même, comme je puis en citer de nombreux cas. Ce qui peut parfois induire en erreur, c'est que ces gîtes interstratifiés, étant soumis au régime bien connu des chapelets, c'est-à-dire affectant la forme de renflements et d'amincissements successifs, il s'ensuit que, si on considère simplement un de ces enrichissements lenticulaires au point où il passe brusquement d'un amincissement extrême à un renflement important, il

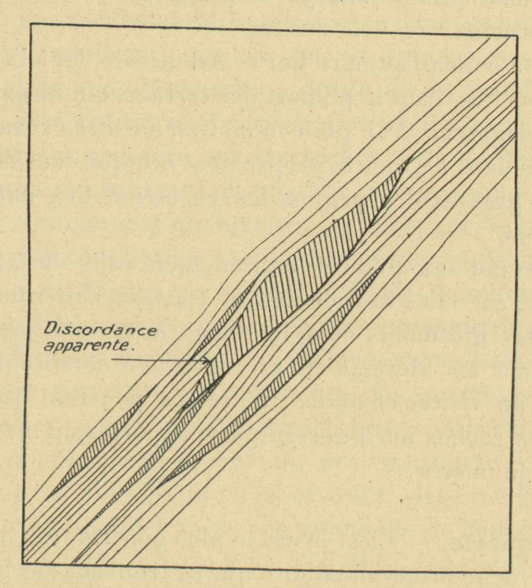


Fig. 8. — Lentilles aurifères interstratifiées.

semble, comme l'indique le croquis schématique de la figure 8, que le gîte aurifère recoupe la stratification ; mais, si on examine l'ensemble de la formation, on constate bientôt que ce dérangement n'est que local et que les couches encaissantes reprennent bientôt leur allure parallèle dès que la variation subite d'épaisseur du gîte aurifère a cessé.

Or contemporain des roches. — Mais d'autres raisons plus scientifiques que l'aspect extérieur, des raisons d'ordre pétrographique, mises en lumière depuis déjà quelques années par les beaux travaux de M. le professeur Lacroix, établissent d'une façon indéniable cette loi particulière de la répartition de l'or dans les roches de Madagascar, à savoir : que *le métal précieux a été déposé dans les terrains cristallins et métamorphiques de l'île contemporainement avec leur formation.*

C'est sur un gneiss amphibolique du gisement de Sahofa, au nord-est d'Ambositra, qui fut soumis à l'examen de M. Lacroix il y a plus de cinq

ans, que le célèbre professeur établit son premier diagnostic. Voici en quels termes il s'exprimait, après examen de la roche en plaques minces, au microscope polarisant :

« La roche n'est pas une norite, l'or se trouve à l'état de constituant dans la roche au même titre que les autres éléments ; *sa formation est contemporaine à celle du gneiss* qui a été soumis à mon examen. »

Cette notion a été confirmée par nombre d'autres roches examinées par les mêmes méthodes et dont je me propose de donner le détail dans d'autres publications.

En résumé, on connaît aujourd'hui l'existence de l'or à l'état d'élément constitutif des roches, dans la plupart des terrains qui forment le plateau central de Madagascar. J'ai prélevé moi-même des échantillons de ce genre aussi bien dans les quartz proprement dits que dans des quartzites, des gneiss, des granits, des pegmatites et même des micaschistes et des amphibolites.

Ce sont là des notions qu'il est extrêmement utile de faire connaître et de divulguer, car elles sont de nature à attirer l'attention des prospecteurs sur des gisements complètement méconnus jusqu'à ce jour. Pour mieux fixer les idées, je citerai un certain nombre de gisements qu'il est facile de visiter et où les intéressés pourront voir et toucher eux-mêmes des roches aurifères en place appartenant à tous les types que je viens d'énumérer.

Or dans le quartz. — C'est le cas le plus général, car, même lorsque c'est dans une roche proprement dite que se trouvent des points d'or, ils apparaissent de préférence dans les portions quartzeuses. Ce sont ces dernières par conséquent qui doivent être l'objet de la première investigation du prospecteur.

Les bons quartz sont ceux qui, en surface, sont cariés, colorés en rouge par l'oxyde de fer résultant de l'oxydation des pyrites de fer, satellites habituels du métal précieux. En pilant finement ces parties ferrugineuses on trouve souvent, à la batée, une belle queue d'or.

Ces même quartz en profondeur deviennent gris bleutés et se chargent de pyrite de fer, de pyrite arsenicale ou cuivreuse, etc.

On en connaît à Androvorava, à l'ouest de Mananjary ainsi que dans la vallée de la Saka, à Beandro, à Bebasy, à Mahovoky, à Ambakoana, etc., dans la province de Mananjary.

Dans le Betsiriry, il faut citer en première ligne, les quartz d'Ampitambé, qui donnent de magnifiques échantillons d'or natif en nids, souvent volumineux, dans les joints d'un quartz à cassure résineuse très caractéristique. Dans la même région on trouve à Antsaily des quartz aurifères interstratifiés dans des gneiss qui ont été reconnus par un puits incliné à

une profondeur suffisante pour permettre de se rendre compte du faciès de ces minerais non altérés.

A Kiranomena, les quartz aurifères sont cuprifères.

Or dans les quartzites. — On confond souvent le quartz avec les quartzites et, en fait, autant la distinction est nette par l'examen micrographique, autant l'erreur est facile par l'étude à la simple loupe. Les quartzites sont des agrégats de quartz grenu, gris blanchâtre, souvent à grains fins. Ces roches sont très fréquentes dans les gneiss et dans les micachistes, alternant avec eux ou bien en grandes masses; les monts Ibity (ou Bity) au sud d'Antsirabé à droite de la grand'route allant à Ambositra en sont entièrement formés. Les quartzites passent fréquemment par degrés insensibles aux micaschistes en s'adjoignant du mica ou aux gneiss en se chargeant de cristaux plus ou moins volumineux de feldspath qui leur donnent quelquefois un faciès porphyroïde.

Les montagnes constituées par les quartzites et par leurs termes de passage aux micaschistes ont souvent la forme de murailles; on les reconnaît de loin à ce caractère : dressés en escarpements ruiniformes au milieu des débris des roches qui les enveloppaient, mais que les agents atmosphériques ont détruites avant eux, les quartzites sont souvent divisés en prismes à plusieurs pans par des fissures transversales. On peut constater un curieux phénomène de décomposition superficielle des quartzites un peu micacés du versant Ouest des monts Ibity, dans la vallée de la Sahatany, célèbre par ses gisements de gemmes. On croirait au premier abord avoir affaire à un véritable conglomérat de cailloux quartzeux de forme fuselée, tandis qu'il s'agit en réalité de parties de la roche en place ayant mieux résisté que les autres à la destruction.

Beaucoup de quartzites, à Madagascar, sont le produit de l'altération métamorphique de bancs primitifs de grès.

La plupart des bancs de quartzites aurifères sont connus et exploités sous le nom de filons de quartz. Tel est le cas aux mines de Tongarivo, près d'Antsirabé. On exploite aussi un banc de quartzite aurifère aux mines du Vohinambo. Nombreux sont les placers importants de la Maha, de la Saka et du Sahandrambo ayant pour origine les bancs de quartzite aurifère de cette région. En général, il n'y a que les bancs de quartzite de faible épaisseur alternant avec des gneiss, des micaschistes, des « bancs de fer » (autre variété très fréquente à laquelle passent insensiblement les quartzites par l'imprégnation plus ou moins complète d'oxyde de fer magnétique), qui soient nettement aurifère. J'ai toujours trouvé les grands amas quartzeux formant de véritables montagnes, complètement stériles, et on doit se défier *a priori* des nouvelles sensationnelles d'immenses amas de quartz, sinon à or visible, — ce serait dépas-

ser les limites de la crédulité humaine — ayant des teneurs de 8 à 10 grammes à la tonne, ce qui serait déjà très payant, vu l'abatage à ciel ouvert, la proximité de la force motrice, etc.

Or dans les gneiss. — C'est le cas général à Madagascar. Dans ce type rentrent d'ailleurs, géologiquement parlant, les autres. En effet, en principe, les gneiss, roches acides, c'est-à-dire riches en silice, se composent essentiellement comme les granits, de feldspaths, de mica et de quartz ; ils ne s'en distinguent que par leur structure schisteuse ou tout



Fig. 9. — Un gneiss aurifère à Madagascar.

au moins rubannée, due au parallélisme des lamelles de mica alternant avec les feldspaths mélangés au quartz.

Les granulites et les pegmatites traversant les gneiss et, s'y répandant à de plus ou moins grandes distances, y ont formé de véritables couches qui alternent avec celles de la roche encaissante. Ces couches injectées forment avec les gneiss ce qu'on appelle des gneiss granitiques quand la schistosité persiste ou des granits gneissiques dans le cas contraire.

Il ne faut donc pas attribuer à ces différences de faciès une importance aussi grande qu'on est tenté de le faire tout d'abord. Ce sont, en

réalité, les mêmes roches, et il n'est pas étonnant que l'or s'y trouve répandu, quelle que soit la nomenclature qu'on attribue aux variétés qui le contiennent.

Les micaschistes eux-mêmes, qui sont des roches constituées par un assemblage grenu, cristallin, de mica et de quartz à texture schisteuse, dérivent des gneiss par l'absence du feldspath. Dans les micaschistes, plus le mica est abondant, plus la roche devient schisteuse et se divise facilement en feuillets. Les micaschistes sont, à Madagascar, le terrain d'élection du graphite, qui remplace partiellement le mica comme constituant de la roche (environs de Tananarive).

Les gneiss aurifères abondent et peuvent être facilement visités en profondeur grâce aux travaux d'Andranofito, de Dabolavo, d'Antsaily, de Tongarivo, de Rafiatokano, d'Antsolabato, etc. Les gneiss aurifères sont très fréquemment grenatifères. C'est un indice qui peut être suivi en toute confiance. Dans la plupart de ces mines les indigènes ne travaillent que les gneiss ou le quartz de gneiss contenant de l'or visible. La photographie reproduite (*fig.* 9) donne une idée exacte de la manière dont se présentent des gneiss aurifères.

Or dans les micaschistes. — Le gîte de Sahofa, qui le premier a permis à M. le professeur Lacroix d'affirmer l'existence de gneiss aurifères dans leur masse se trouve dans un *gneiss amphibolique*, autre variété de roche feuilletée, fréquemment aurifère. Ces gneiss ont une couleur noire caractéristique. Les gneiss de Sahofa offrent aussi cette particularité que les strates y sont horizontales, de sorte qu'un simple puits, de 9 mètres de profondeur, a recoupé trois couches à or visible.

Quand je parle de *couleurs des minerais*, tant pour les roches que pour le quartz, je sous-entends toujours *couleur constatée sur la roche non décomposée*, car, en surface, toutes ces formations sont transformées en latérite. Un œil exercé arrive, par la pratique, après avoir visité des gisements divers dans la colonie, à distinguer par leur couleur et leur nature physique les latérites provenant de roches éruptives ou volcaniques (rouge sang, peu compactes, très fertiles), des latérites dérivées des gneiss (savonneuses, rouge brique) et des granits (savonneuses, claires), généralement infertiles.

Les gîtes les plus nets de micaschistes aurifères que j'aie visités sont ceux de la vallée de l'Itéa, à l'ouest d'Ambositra. Ils sont aussi un bon exemple de l'étude tectonique des terrains cristallins appliquée à la recherche des gîtes aurifères à Madagascar. On trouve plus loin des indications plus détaillées à ce sujet.

Or dans les granits et les pegmatites. — La plupart des gisements

de pierres précieuses dépendent de filons de pegmatites. On y trouve fréquemment de l'or associé, mais jusqu'à présent, il n'est pas à ma connaissance qu'on y en ait rencontré en quantité payante. A la mine de Soavinarivo, à l'est d'Antsirabé, on a reconnu, jusqu'à la profondeur de 43 mètres, un filon quartzeux incliné à 70° environ, ayant comme toit un banc de pegmatite de 10 à 15 mètres de puissance et au mur une épaisseur indéterminée de granit. Le filon est lui-même pegmatiteux, très pyriteux et contient fréquemment des parties micacées. Les épontes sont constituées par des salbandes interstratifiées de micaschiste.

Or dans les bancs de fer. — J'ai déjà dit que ces « bancs de fer » sont dérivés des quartzites par l'imprégnation de magnétite. Leur dureté les fait facilement reconnaître par les saillies qu'ils font sur le sol. On est aussi prévenu de leur nature par leur couleur foncée et par leur action intense sur l'aiguille aimantée.

Dans la région centrale de l'Imerina, j'ai généralement trouvé ces bancs très puissants, sinon stériles, tout au moins inexploitables. Il n'en est pas de même dans l'ouest. Les célèbres mines de Tsimbolovolo ont exploité et exploitent encore un « banc de fer » aurifère auquel son pendage assez faible, et parallèle à la surface du versant de la montagne a permis d'appliquer la méthode classique indigène : infinité de trous moyennement profonds permettant d'atteindre isolément le gîte, etc. Malheureusement les communications difficiles ne permettent pas d'y rendre aisément visite.

Tout ce qui précède s'applique aux gisements aurifères de l'Imerina du Betsiriry et de la côte Est, à l'exclusion des mines d'or de la région Nord, allant depuis les gisements d'Andavakoëra jusqu'à la vallée du Sambirano. Dans toute cette bande de terrain à la limite du trias, les gîtes aurifères sont entièrement différents des formations interstratifiées que je viens de décrire. Ce sont des filons très nombreux, affectant même fréquemment la forme de stockwerks, c'est-à-dire d'une multitude de filonets formant comme les mailles d'un filet, intéressant aussi bien les terrains anciens que les grès triasiques qui les recouvrent. L'or qu'ils contiennent est généralement accompagné de barytine et de sulfures divers (galène, blende, pyrite de fer, etc.). Ce sont des gîtes de formation secondaire où l'or est mélangé d'une forte proportion d'argent (titre 750 millièmes seulement).

On voit que ces caractères différencient nettement les filons aurifères de la région de Diégo-Suarez ; ils sont d'un autre ordre que ceux qui constituent la majeure partie des exploitations de la colonie ; nous leur consacrerons un paragraphe spécial.

Il résulte de ces considérations sommaires des conséquences très

importantes au point de vue de la recherche des placers et filons aurifères dans la colonie.

On comprend, en effet, que le fait de la stratification concordante des couches aurifères avec les roches feuilletées encaissantes, fait que j'ai pu mettre en évidence sur un grand nombre de gisements visités par la mission que je dirigeais, permet de déterminer, tout au moins approximativement, quelles sont celles de ces couches, que ce soient des quartz, des gneiss, des quartzites ou même des « bancs de fer », qui sont suffisamment aurifères pour être considérées comme industriellement exploitables. La mission a rapporté une collection complète de ces diverses roches contenant de l'or visible dans leur propre masse sans trace de fentes adductrices du métal précieux.

La recherche du prolongement de tels gîtes se trouve extrêmement simplifiée et se réduit à des observations tectoniques, c'est-à-dire à la reconnaissance des plissements des couches aurifères et des interruptions qu'elles ont subies pour les retrouver plus loin.

Le *pendage*, c'est-à-dire l'inclinaison des couches sur l'horizontale et leur *direction*, données essentielles jusqu'ici complètement négligées par les prospecteurs, qui ne leur attribuaient aucun sens, deviendront au contraire, quand les idées très simples que je viens d'exposer sommairement seront connues des intéressés, un véritable fil d'Ariane pour guider leurs recherches.

Forme lenticulaire des gîtes aurifères. — A cette première notion des roches aurifères interstratifiées, il faut en ajouter une seconde : c'est la *forme lenticulaire* de ces concentrations qui permet non seulement de ne pas se décourager quand le filon paraît se coincer à l'avancement, mais de le retrouver plus loin dans un nouvel élargissement et de découvrir les *filons parallèles*.

On voit que ces résultats ouvrent un horizon nouveau en ce sens que la recherche des gisements aurifères à Madagascar doit se baser à l'avenir sur la reconnaissance préalable de la situation et de la succession des couches interstratifiées aurifères. La position des mines existantes constitue déjà une indication précise qui permet de localiser les points favorisés, où les lentilles riches contenues dans ces couches se trouvent *suffisamment rapprochées* pour qu'on puisse les *abattre ensemble avec les nerfs* de roche encaissante qui les séparent et *traiter le tout venant* par des procédés mécaniques connus : pilons et cyanuration. On peut prévoir que, dans certaines mines, il sera possible d'*exploiter des roches aurifères en carrières*, c'est-à-dire pour quelques francs à la tonne. C'est déjà ce que font de nombreux Malgaches sur les chantiers que j'ai visités, avec cette différence toutefois que, vu l'imperfection de leurs moyens, ils

ne peuvent exploiter avec profit que des minerais riches, d'où nécessité d'un triage préalable pour ne traiter que les morceaux présentant de l'or libre à la vue, tandis que, par broyage aux bocards et cyanuration, cette opération d'enrichissement préalable par un triage sur le carreau de la mine, qui entraîne forcément des pertes importantes, sera naturellement supprimée.

Affaires à basses teneurs. — Le traitement industriel pourra se faire dans des conditions exceptionnelles de bon marché. Les terrains aurifères se trouvant, pour la plupart, sur les plateaux élevés d'où descendent en cascades d'innombrables rivières qui ne tarissent jamais, on peut dire que toutes les mines peuvent compter sur la force motrice qui leur est nécessaire, dans un rayon ne dépassant pas dans les cas les plus défavorables, 20 kilomètres de distance ; en général, c'est sur la moitié de ce chiffre qu'on peut baser ses calculs.

On conçoit que, dans des conditions pareilles, il est naturel de prévoir la possibilité d'exploiter des minerais aurifères à basse teneur (12 à 15 grammes à la tonne), mais se présentant en masses faciles à abattre et pouvant se traiter par broyage et cyanuration, à des prix extrêmement réduits.

C'est, au point de vue de la sécurité dans l'utilisation des capitaux, une considération des plus importantes, parce que les mines basées sur l'exploitation des gîtes minces à haute teneur sont exposées au régime de « splendeur et misère ».

Au contraire, dans les gîtes que les Anglais désignent sous le nom de *low grade proposition* (affaires à basse teneur), les résultats financiers présentent une stabilité et une certitude incomparablement supérieures.

C'est ce qui se produit déjà dans l'industrie des mines de cuivre, où les affaires de minerais porphyriques à 2,50 ou 2,75 0/0 de teneur, exploitées par grandes carrières à ciel ouvert, donnent des résultats financiers tels qu'elles jouissent de plus en plus de la faveur du marché.

MONOGRAPHIES DES PRINCIPALES CIRCONSCRIPTIONS MINIÈRES

Après avoir donné des indications d'ordre général sur les gisements aurifères du plateau central et de la côte Est de Madagascar, je crois utile, comme confirmation de mes idées, d'exposer sommairement un certain nombre de monographies d'exploitations minières existantes, en choisissant dans les diverses circonscriptions minières de la colonie, les exemples qui mettent le mieux en relief les principes que je considère comme les plus importants, pour le développement de l'industrie des mines à Madagascar.

C'est aussi, je crois, le plus puissant moyen de faire connaître, par cette sorte de « leçon de choses », les efforts très réels qui ont été faits et qui se font en ce moment pour améliorer les méthodes, abaisser les prix de revient, pour réaliser en un mot des progrès effectifs, en même temps que ressortiront les points faibles, tels que le manque de bras, l'insuffisance de connaissances techniques et géologiques dans le personnel employé, démontrant ainsi, avec plus d'évidence, la nécessité de certaines réformes ainsi que l'urgence d'améliorations qui sont du ressort de la haute administration de la colonie.

Méthodes indigènes. — Toutefois, avant d'entrer dans le détail des explications particulières à chaque gisement, il me paraît indispensable pour éviter, d'une part, des redites et, d'autre part, pour être clair dans mon exposé, de donner ici quelques notions résumées sur les méthodes indigènes d'exploitation, tant des alluvions que des têtes de filons. Je serai dispensé ainsi d'expliquer constamment des termes tels que « lakatanys », « crevasses », « angadys », « puits indigènes », etc., qui reviendront fréquemment dans les descriptions qui vont suivre.

RECHERCHE DES PLACERS

A Madagascar, ce sont les indigènes qui sont les véritables, et, on peut le dire, les uniques chercheurs d'or. Il est facile d'en comprendre la rai-

son. Habitant le pays, ils en connaissent toutes les particularités. Vivant des produits du sol, leurs recherches ne demandent pas, comme celles faites par les Européens, une organisation d'expéditions coûteuses, avec moyens de ravitaillement, de couchage, etc. Enfin tous, ou presque tous, connaissent le maniement de la batée, de sorte qu'on peut dire que la plupart des rivières pouvant rouler de l'or ont déjà été tâtées un grand nombre de fois par les indigènes. Sauf dans les régions comme celles qui s'étendent depuis le nord du Dabolavo jusqu'à la Mahavavy, où la population très clairsemée et le manque de vivres ont empêché jusqu'ici aux prospecteurs indigènes la visite détaillée des placers qui peuvent exister sur ce vaste territoire, on peut dire que toute la surface des terrains anciens de l'île a été l'objet de travaux de recherches, visibles ou invisibles, de la part des indigènes.

Ils n'ont pas seulement cherché les placers proprement dits, mais ils se sont livrés aussi à l'écrémage des têtes de filon dont ils pilonnent les quartz avec une patience qu'il faut avoir vue de ses propres yeux pour y croire, et au moyen de méthodes relativement ingénieuses que je décrirai plus loin.

Examinons d'abord la manière dont ils opèrent pour exploiter des gîtes alluvionnaires proprement dits.

Ils ne s'attaquent, bien entendu, qu'à ceux qui sont situés au-dessus du niveau moyen des eaux, car, pour les autres, c'est-à-dire pour ceux qui sont constamment recouverts par l'eau des rivières, ils sont encore intacts, et c'est justement sur eux que j'attirerai l'attention des prospecteurs, dans la partie de cet ouvrage qui a trait aux progrès à opérer dans l'exploitation placérienne proprement dite.

Pour en revenir aux travaux malgaches, je prendrai comme exemple un placer situé sur la rivière Sahamby, près de Miandrarivo, non pas à cause de sa richesse qui est médiocre, mais parce qu'on y trouve réunis, sur une surface restreinte, à peine 3 ou 4 hectares, les divers modes d'exploitation qui ont été appliqués avec beaucoup d'ingéniosité par les indigènes, suivant les conditions très variées dans lesquelles se présentent les alluvions. Ils sont cependant relativement novices dans le métier d'orpailleurs, puisqu'ils ne l'exercent que depuis un laps de temps relativement court, quinze ou vingt années.

On sait que, dans l'ancien code malgache, il leur était interdit de s'adonner à l'exploitation alluvionnaire de l'or et, en général, à tout travail minier.

Alluvions du Sahamby. — Le Sahamby, rivière à cours sinueux, présente sur ses rives, à contours adoucis, de nombreuses terrasses d'alluvions anciennes, ayant leur bed-rock notablement plus élevé que

le cours actuel de la rivière, circonstance très appréciée par les indigènes, vu qu'ils sont ainsi à l'abri de l'eau et qu'ils peuvent se livrer à leurs orpaillages sans avoir aucun épuisement préalable à effectuer.

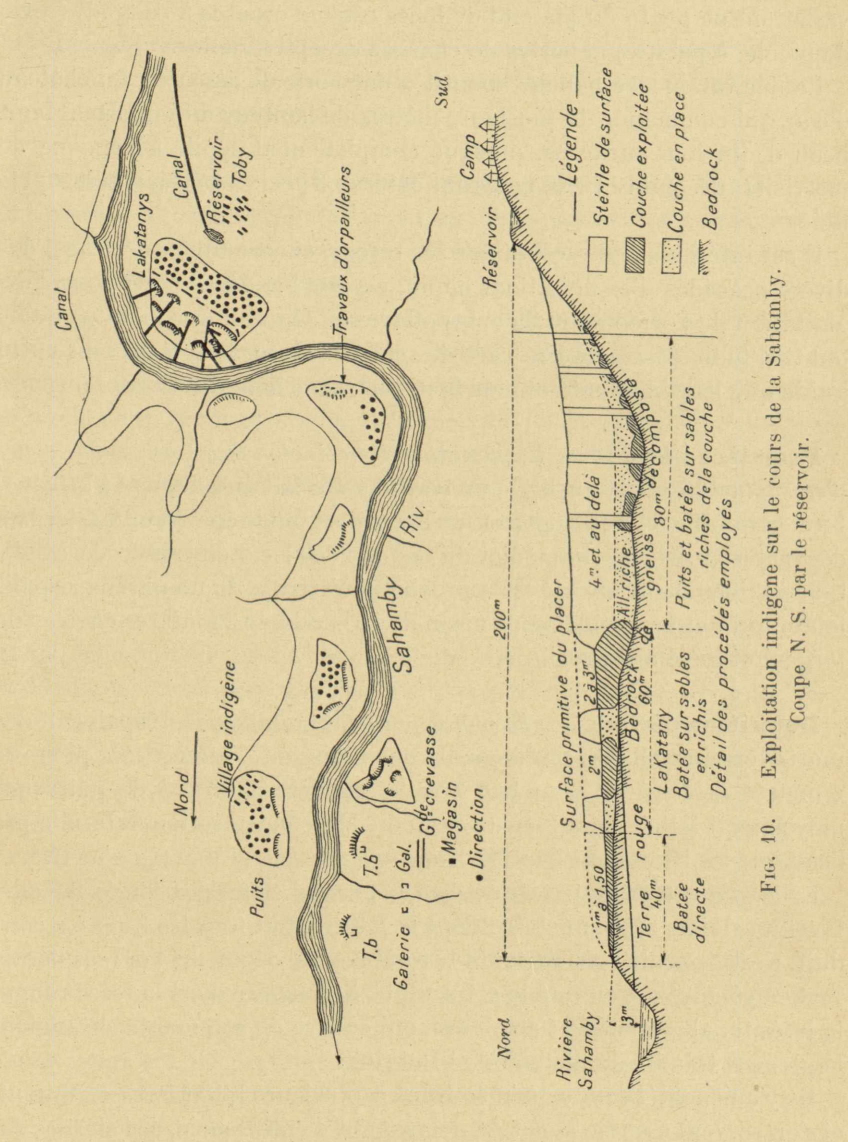


Fig. 10. — Exploitation indigène sur le cours de la Sahamby. Coupe N. S. par le réservoir.

Aussi les lambeaux restés sur les deux rives du cours d'eau, criblées de puits (*fig.* 10), sont encore le théâtre d'une active exploitation. Les indigènes ont dérivé des canaux, aussi bien sur la rive droite que sur la rive gauche, de façon à amener l'eau en hauteur au-dessus du niveau de ces terrasses, et on ne peut qu'admirer l'habileté avec laquelle les Hovas,

par le simple coup d'œil que donne la pratique séculaire des dérivations analogues pour l'établissement des rizières, ont réussi à assurer l'adduction de l'eau, sur plus de 6 kilomètres de développement, sans notables variations de pente du plafond de leurs canaux creusés à l'angady (sorte de pioche à palette) ni pertes de charges exceptionnelles.

La dérivation rive gauche aboutit à une sorte de réservoir ou château d'eau, qui commande de plusieurs mètres de hauteur un important lambeau d'alluvions aurifères, presque complètement dépilé à l'époque de ma visite (décembre 1910) couvrant environ 3 hectares et demi de superficie.

Il est intéressant d'y constater les traces, encore toutes fraîches, des divers procédés d'exploitations appliqués par les Malgaches pour l'exploitation de l'or contenu dans les alluvions. On doit reconnaître qu'ils ont très judicieusement tiré parti des conditions locales, et ce, sans autre guide que leur ingénuité et leur bon sens, sans aide des Européens.

Première période. — *Exploitation de l'alluvion en bordure sur le cours d'eau actuel* (*fig.* 10, Coupe). — Ce travail a été fait directement à la batée. La couche affleurait sur une grande longueur; faible épaisseur du stérile à décapeler; voisinage immédiat du cours d'eau; cet ensemble de conditions éminemment favorables a provoqué l'arrivée de nombreux orpailleurs, qui ont eu rapidement raison de la bande de 30 mètres environ de large, qui a été ainsi réalisée.

Deuxième période. — *Exploitation par lakatanys.* — L'épaisseur des morts-terrains allant rapidement en croissant, atteignant plus de 2 mètres de hauteur pour une couche aurifère de $0^{m},25$ de puissance moyenne, il fallait imaginer un système de concentration naturelle par l'eau que les Hovas ont baptisé : *lakatany*.

Le *lakatany* n'est autre chose que le *ground sluice* des Anglo-Saxons. C'est un sluice, mais un sluice dont la latérite fait tous les frais. Le conduit, avec sa pente, ses ressauts favorables au dépôt de l'or, ses parois verticales, tout cet ensemble est sculpté à l'angady dans la terre rouge, la latérite, alumineuse et argileuse, qui couvre de son manteau sanglant la presque totalité du plateau de l'Imerina.

Ils y amènent l'eau, captée souvent à plusieurs kilomètres en amont, et s'en servent comme agent de délayage et d'enlèvement des stériles superficiels. Seuls les sables lourds restant dans les dépressions du ground sluice sont soigneusement lavés le soir, à la batée, pour en extraire le métal précieux resté ainsi dans le lakatany, grâce à son poids spécifique élevé. C'est par cette méthode, somme toute très simple et n'exigeant plus d'efforts une fois le canal d'amenée d'eau achevé, que les indigènes

recueillent économiquement l'or des alluvions recouvertes de 2 à 3 mètres de stérile, qu'ils auraient laissé en place, s'il avait fallu enlever à l'angady et transporter au panier une pareille masse de déblais non aurifères.

Cette méthode a en outre l'avantage de permettre de laisser en place les portions pauvres de l'alluvion, sans même toucher à leur chapeau stérile, comme indiqué sur la figure.

Troisième période. — *Exploitations par puits.* — Il y a cependant une limite à laquelle l'exploitation au lakatany cesse d'être avantageuse à cause de la trop grande épaisseur de stérile à diluer et à évacuer. Le rendement devient insignifiant.

Il en est de même lorsque, par suite d'un changement de pente du bedrock, l'inclinaison de ce dernier est en sens contraire de la pente du ground sluice. C'est justement le cas dans l'exemple que j'ai choisi. Il est facile de se rendre compte, à l'inspection de la coupe, que les alluvions les plus éloignées de la rivière actuelle appartiennent à un ancien lit, ne se prêtant pas au lakatany. Aussi les indigènes ont-ils appliqué à cette portion du placer leur procédé d'extraction par puits plus ou moins rapprochés, suivant la solidité du toit de la couche, car ils grappillent tout ce qu'ils peuvent autour du puits une fois qu'ils ont atteint le bedrock, tant qu'ils ne sont pas trop menacés par les éboulements. Fréquents, bien entendu, sont les accidents avec une méthode aussi téméraire. On en rend responsables les " vagimbes ", mânes irritées des aïeux, cause de l'éboulement et des morts d'hommes.

Ce qui montre bien que les Hovas ont apporté dans cette industrie de l'orpaillage une initiative réelle, c'est la forme de leurs puits. Au lieu de s'en tenir au cylindre de faible diamètre dans lequel on monte et on descend en appuyant le dos sur une paroi et les pieds sur la place opposée, à la façon des ramoneurs, ils ont cherché et trouvé des dispositifs plus ingénieux. Il est curieux et instructif de noter que, alors que les noirs de la Guinée, de la Côte-d'Ivoire, du Baoulé et autres lieux, qui exploitent de temps immémorial de l'or au moyen de puits dans l'Afrique centrale, s'en tiennent toujours au puits circulaire, les Hovas, qui ont à peine vingt ans de pratique, emploient d'eux-mêmes des formes qui leur facilitent les manœuvres de descente et de montée, et qui permettent à un seul homme, sans aide, d'abattre et d'extraire, tandis que, dans le puits cylindrique, il faut absolument être au moins deux : un chargeur en bas, un manœuvre au jour pour tirer la corde et le panier plein d'alluvions jusqu'à l'orifice.

Je donne (*fig.* 11) divers types du puits malgache que j'ai relevés sur le terrain. Ce sont de véritables escaliers, tournants ou rectilignes, sculptés

toujours dans la latérite, par lesquels on a accès au travail du fond, sur le bed-rock. On ne lave que les 15 ou 20 derniers centimètres d'alluvions au contact du bed-rock, avec quelques centimètres de ce dernier ; cette partie constituait fréquemment la portion la plus riche des matières à laver.

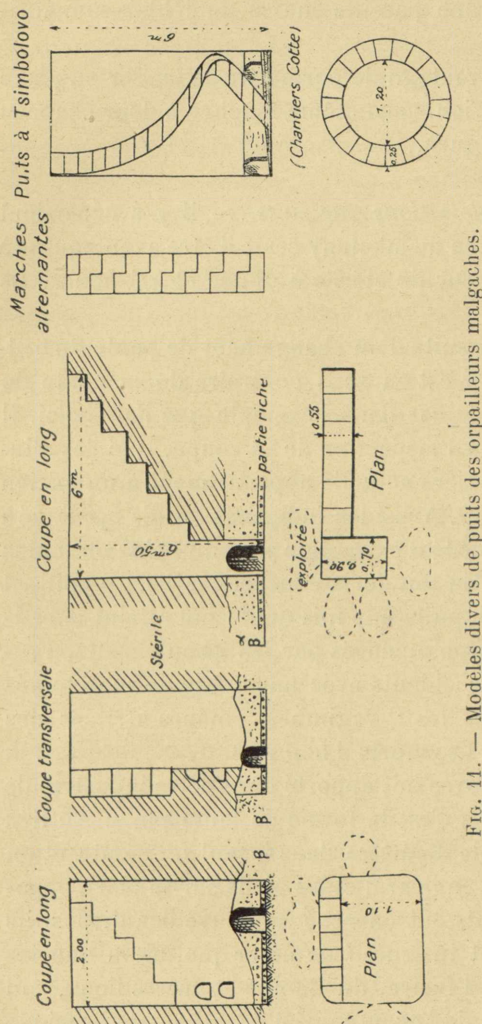


Fig. 11. — Modèles divers de puits des orpailleurs malgaches.

Limite de teneur exploitable par ces procédés. — On est étonné de constater la faiblesse de la teneur des alluvions que les Malgaches peuvent exploiter par les procédés que je viens de décrire. Nombreux sont les placers sur lesquels une teneur de 1/2 gramme au mètre cube permet aux indigènes, appliquant la méthode du lakatany, de réaliser des bénéfices, qui leur paraissent suffisants en vendant le gramme produit par eux à 1 fr. 80 ou 1 fr. 90, prix moyen. Il faut dire que l'exploitant européen est assez coulant sur la question de la propreté et qu'on doit toujours compter à la fonte sur un déchet de 5 à 8 0/0 au minimum sur le poids d'or acheté aux indigènes. Déchet indépendant, bien entendu, du degré de finesse de l'or. Cette dernière perte est assez modérée, car l'or de Madagascar, exception faite pour celui qui est produit dans le nord de l'île (Andavakoëra et gîtes voisins), qui est au contraire à un titre très bas, à peine 750 millièmes, varie entre 950 et 980 millièmes. C'est dire que le déchet provenant de l'affinage après inquartation et séparation de l'argent est des plus modérés.

En résumé, la méthode malgache, telle que je viens de la décrire, ne demandant, de la part des Européens, aucun frais d'installation, offre

aux exploitants sans capitaux, ce qui est le cas général, un grand avantage, dont on comprend aisément la raison : tout le monde peut s'établir prospecteur, moyennant une mise de fonds absolument minime.

Aussi je ne me dissimule pas que cette méthode aura toujours des adeptes, et je reconnais volontiers qu'elle est supérieure à toutes les autres dans les cas de placers de faible développement, dans lesquels des frais de premier établissement pour des sluices simples ou d'autres appareils plus perfectionnés encore ne seraient pas à conseiller, vu le faible cubage sur lequel il faudrait amortir ces frais de premier établissement.

Exploitations souterraines indigènes. — Les têtes des filons exploités par les indigènes le sont en général au moyen de grands découverts en forme de tranchées à pente aussi abrupte que possible, pour éviter les déblais inutiles dont ils retirent les blocs de quartz provenant de la désagrégation superficielle du gîte, blocs qu'ils portent dans leur case et qu'ils pilent ensuite soigneusement, d'abord dans leurs pilons à riz, dans lesquels le pilon de bois est remplacé par une barre à mine et, ensuite, par le broyage complet des sables grossiers entre deux pierres de grès, pour arriver à une porphyrisation complète des matières, avec traitement des matières fines ainsi obtenues à la batée.

Un bon exemple de ces travaux sur les affleurements peut être vu sur les exploitations d'Andavakoëra, dont je donne (*fig.* 12) un croquis représentant le principal chantier à la mine de Ranomafano. On en a retiré, par ces moyens primitifs, plus de 800 kilogrammes d'or. Lorsque la limite d'approfondissement à ciel ouvert est atteinte, les indigènes continuent encore en profondeur par une série de cheminées non boisées offrant, par conséquent, un danger permanent d'éboulement, ce qui se produit d'ailleurs très fréquemment sur les exploitations indigènes de ce genre. Je connais même un cas à la mine de Rafiatokano où les ouvriers indigènes se sont livrés à un véritable dépilage souterrain entre deux cheminées de pénétration dans la partie riche du filon (*fig.* 50).

En général, ces travaux se terminent par un éboulement complet, souvent avec mort d'homme, ce qui entraîne l'abandon des chantiers, toujours par crainte superstitieuse des vagimbes, cause supposée de la catastrophe.

Quand le terrain est solide, par exemple dans les micaschistes aurifères de la vallée de l'Itéa près d'Ambositra, les indigènes descendent volontiers à 15 ou 20 mètres au-dessous de la surface, tant que la roche un peu altérée par le voisinage de l'atmosphère n'offre pas trop de résistance à leurs moyens d'attaque. (Voir *fig.* 26.)

Mais déjà la profondeur limite à laquelle s'arrêtaient les indigènes s'accroît par le fait que les ouvriers commencent à savoir employer les



explosifs et, au gisement bien connu de Dabolavo, j'ai visité moi-même des chantiers en pleine roche dure descendant à plus de 25 mètres de

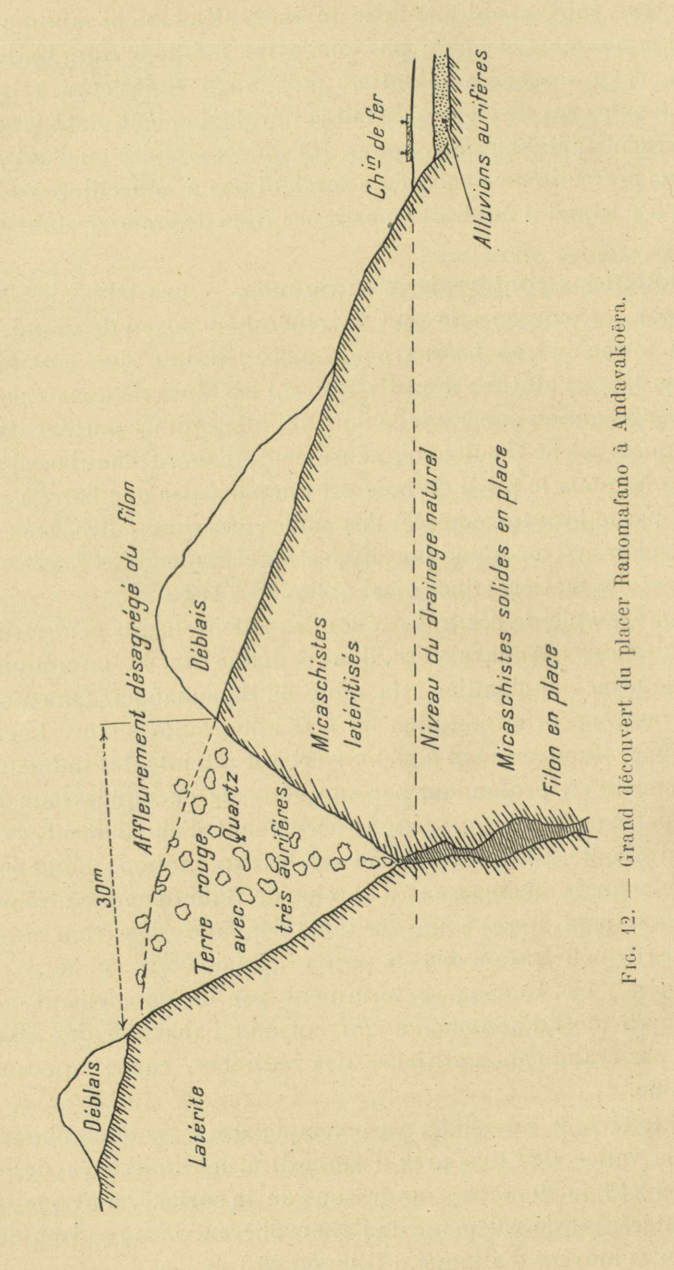


Fig. 12. — Grand découvert du placer Ranomafano à Andavakoëra.

profondeur, pour exploiter des veines aurifères de quartz riche, à or visible, n'ayant pas plus de 30 à 40 centimètres d'épaisseur.

Teneurs limite exploitables par ces procédés. — Je répéterai ce que j'ai dit plus haut pour la teneur limite des alluvions exploitées par les indigènes ; il est difficile de donner un chiffre absolu, car cette limite dépend de données qui ne sont pas les mêmes partout. L'ouvrier orpailleur indigène qui travaille sur des alluvions ou qui s'occupe de l'écrémage, les têtes de filons, ne travaille pas d'une manière continue ni régulière à l'extraction de l'or, il y consacre quelques heures par jour, abstraction faite des époques où il doit se rendre au marché voisin ou bien de celles qui correspondent à la culture de ses rizières, occupation sacrée, pour laquelle il renonce à des salaires même élevés qui pourraient lui être offerts.

En réalité, il opère comme petit tâcheron, et il ne donne à ses occupations industrielles que le nombre d'heures dont il peut disposer sans gêner ses autres travaux, notamment ceux ayant un caractère agricole ou simplement sa fantaisie ou son besoin de se rendre au marché voisin, ne fut-ce que pour y bavarder ou y vendre un œuf.

Dans ces conditions, une récolte d'or lui assurant un rendement de 50 centimes par jour est très suffisante pour le tenter. Cela représente en moyenne trois à quatre heures de travail, pas davantage.

D'après les observations que j'ai faites sur les exploitations filoniennes indigènes, et en mettant à part celles d'Andavakoëra, qui ont été, pour les indigènes aussi bien que pour les propriétaires primitifs, une source exceptionnelle de profits — on cite des indigènes qui ont reçu en échange de l'or par eux produit dans une semaine, plus de 30.000 francs en espèces — la limite d'exploitabilité, au-dessous de laquelle ne descendent pas les indigènes pour les quartz en roches retirées de leurs travaux souterrains, peut être assez exactement fixée à 15 grammes à la tonne. Cette teneur correspond assez bien au phénomène de l'or visible, c'est-à-dire à ce fait qu'on commence à apercevoir, dans les quartz ou même dans les roches aurifères à 15 grammes à la tonne, de très petites mouches de métal précieux visibles à l'œil nu ou à la loupe ordinaire.

Les indigènes n'ignorent pas en effet que l'or peut se trouver dans des roches très variées et non pas uniquement dans le quartz, et ils deviennent même très habiles à distinguer les caractères les plus subtils, leur permettant de classer à part les roches aurifères des autres échantillons minéralogiques identiques, mais qui ne contiennent pas trace de métal précieux.

Les méthodes que je viens de décrire peuvent être considérées comme des procédés naturels d'exploitation alluvionnaires dans toutes les régions tropicales où il s'agit d'exploiter l'or sous des manteaux plus ou moins épais de terre rouge ou de latérite superficielle. C'est ainsi que, ques-

tions de formes à part, les puits indigènes pour l'exploitation de l'or, si nombreux et si bien décrits dans les ouvrages des premiers explorateurs de l'Afrique centrale et occidentale, peuvent s'appliquer presque mot par mot aux orpailleurs malgaches.

De même en ce qui concerne l'exploitation des têtes de filons ou de couches aurifères, on retrouve les mêmes procédés de broyage et de lavage du quartz extraits de la latérite superficielle aux mines du Bandama, dans les terrains de la Société de Kokumbo où des pilons ont été montés en vue de la mise en exploitation par des procédés modernes. Il en est de même à la Gold Coast, au Mozambique et autres lieux moins favorisés que Madagascar au point de vue du climat, des ressources locales et des communications.

Il n'y a pas de raison pour ne pas apporter à Madagascar les mêmes progrès et les mêmes méthodes qui font en ce moment leurs preuves dans des colonies où les gisements aurifères, quoique moins développés que ceux de Madagascar, offrent avec ces derniers des points de comparaison nombreux, aussi bien au point de vue géologique qu'à celui des méthodes indigènes d'exploitation.

I. — CIRCONSCRIPTION MINIÈRE DE MANANJARY

Les gîtes aurifères de la région de Mananjary appartiennent tous au type dit interstratifié dans les gneiss et dans les micaschistes. Les gîtes, en général très redressés, ont, sauf dans les accidents locaux, une direction générale : nord (légèrement est) sud, qui est celle des plissements généraux de l'île et de la côte Est, si remarquablement rectiligne.

Comme les rivières et petits fleuves ont leur cours dirigé perpendiculairement à la côte, il en résulte que les vallées recoupent normalement les plissements répétés des gneiss et micaschistes, ce qui fait, comme l'indique clairement le schéma de la figure 13 que les couches

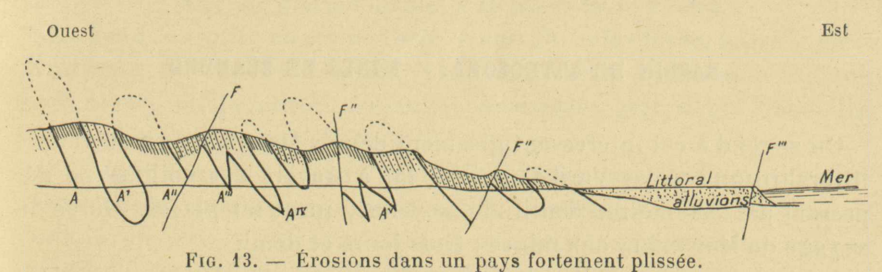


Fig. 13. — Érosions dans un pays fortement plissée.

contenant les lentilles aurifères se trouvent exposées ainsi un grand nombre de fois aux érosions et à la destruction incessante par les agents naturels, qui tendent constamment à ramener la surface terrestre au profil d'équilibre de la pénéplaine.

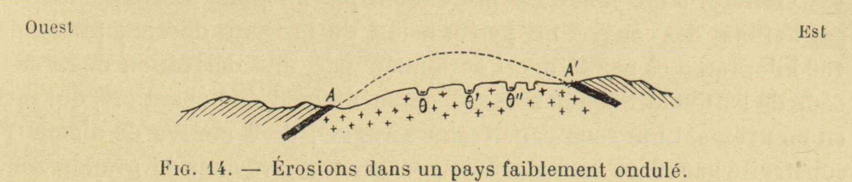


Fig. 14. — Érosions dans un pays faiblement ondulé.

Un second schéma (*fig.* 14), que je donne en opposition avec le premier, fait saisir aisément la différence au point de vue de la genèse des placers entre un pays plissé et celui qui est simplement ondulé, étant admis bien entendu que, dans les deux cas, le gisement originaire de l'or est en couches interstratifiées ;

Dans ce dernier cas, la couche contenant les lentilles aurifères n'est soumise aux érosions que sur une longueur limitée A, A' dont l'or se concentre dans une série de thalwegs : 0, 0', 0'', tandis que dans un pays plissé la couche aurifère est soumise à des érosions sur un grand nombre de points : A, A', A'', A''', A^{IV}, etc, et toutes ces érosions se concentrent dans un seul thalweg.

Ce pays plissé : c'est la côte Est et une partie du plateau central ; les ondulations : c'est le Betsiriry.

Le même schéma explique pourquoi, dans toutes les régions plissées de l'est, toutes les couches sont très redressées et *ont constamment leur pendage vers l'est*. C'est une région à *plis couchés*, entrecoupée de failles nombreuses dont la plus importante dessine la côte.

Principaux bassins aurifères. — Les principaux bassins exploités sont, par ordre descendant : ceux de l'Itrozona, affluent de la Vativandana, du Sahandrambo, affluent du Panantara ; de la Saka et de la Maha, affluents gauches du Mananjary, etc.

BASSIN DE L'ITROZONA. — MINES DE BÉANDRO

On se rend à cet intéressant gisement depuis Mananjary en suivant le littoral jusqu'à Nosy-Varika, puis de là, à travers des collines ne dépassant pas 300 mètres d'altitude moyenne, jusqu'au placer. Durée du voyage de Mananjary aux mines : trois jours et demi.

Indépendamment de l'exploitation alluvionnaire qui s'exerce surtout sur les gîtes éluviaux (terres de montagne), qui abondent sur la concession, on a procédé à des travaux de reconnaissance, qui ont mis en évidence un filon aurifère de $0^{m},40$ de puissance moyenne. Recoupé par une tranchée de 80 mètres de longueur, et à 6 mètres de profondeur à son extrémité, il a été sondé en profondeur par un puits arrêté à 6 mètres par l'afflux des eaux. Une petite usine de broyage de cinq pilons de 150 kilogrammes par tête est actionnée par une dérivation de la cascade de l'affluent Sahamalaza qui coule au pied des chantiers, qui met en mouvement une roue par dessus à augets, de 5 mètres de diamètre, construite sur place en bois du pays. On se trouve dans la grande zone forestière de la côte Est, qui fournit en abondance tous les bois nécessaires aux divers emplois qu'exige une mine. L'emplacement même des chantiers n'est pas en forêt ; mais sa lisière n'est pas à plus de 15 kilomètres à l'ouest, et les indigènes d'Ambatoaranana approvisionnent la mine à des prix très raisonnables.

Cette mine mérite d'être développée, car il existe de nombreux filons

parallèles à celui qui a été mis en évidence dans la tranchée, qui a donné des teneurs très satisfaisantes.

L'exploitation des terres de montagnes s'effectue au moyen de grands sluices occupant une trentaine d'ouvriers.

La production du placer a été jusqu'ici d'environ 36 kilogrammes d'or provenant en majeure partie de l'usine de bocardage.

MINES DE BEBASY

Ces mines sont celles qui sont le mieux développées de toute la région et où la plus grande somme de travaux utiles a été réalisée.

Au point de vue géologique, on se trouve dans un archéen très redressé et très plissé avec de nombreux pointements éruptifs, représentés par des diorites et des diabases, qui ont compliqué encore les plissements orogéniques généraux de l'ensemble de la côte est de Madagascar. En tout cas, la roche prédominante, à Bebasy, est le gneiss.

La mine se trouve en pleine forêt, à une altitude élevée, aussi la température y est fraîche; en août, le thermomètre à minimum indique souvent des températures nocturnes avoisinant zéro degré. Tous les légumes de France y réussissent.

A Bebasy comme à Beando, les exploitants ont recherché l'or uniquement dans les quartz ferrugineux cariés devenant pyriteux en profondeur. Les quartz blancs sont aussi un peu aurifères. L'attention n'a pas encore été éveillée sur les autres roches aurifères pouvant exister dans la région.

La force motrice abonde dans le voisinage immédiat des travaux. C'est un avantage d'ailleurs qui est commun à presque toutes les mines du district qui nous occupe et dont on ne saurait trop apprécier la valeur. Elle se traduit, en pratique, par la possibilité de traitement à très bas prix de minerais d'or à teneur moyenne, tels que peuvent les donner ces mines.

Le filon, qui a été l'objet de travaux de développement très sérieux, est dirigé nord-sud. Sa puissance varie de $0^{m},30$ à $0^{m},40$. Il est reconnu par des galeries atteignant un développement total de 350 mètres et des travaux de surface sur 520 mètres de longueur. Une autre lentille parallèle lui fait suite, dans un plan un peu différent, sur une longueur analogue. La roche encaissante est du gneiss. Deux galeries en allongement et deux puits de respectivement 20 mètres et 17 mètres complètent les traçages actuels.

Tous ces travaux miniers ont été faits avec de la main-d'œuvre mal-

gache, à la masse couple. Je n'ai vu nulle part à Madagascar de mineurs indigènes travaillant à la massette. C'est une éducation à faire.

Les quartz sont traités dans une usine comprenant dix pilons de 270 kilogrammes chaque, capables de broyer 12 à 15 tonnes de quartz par jour de dix heures, construits par la Société Humboldt, de Kalk, près Cologne. La force motrice est fournie par une machine à vapeur et une chaudière chauffée au bois, en attendant que le captage hydraulique ait été effectué. A ce moment, il faudra descendre le minerai au bord de la rivière à proximité du captage, par un câble aérien dont les éléments sont déjà rendus sur place.

La teneur moyenne des quartz d'affleurement passés à l'usine a été de $13^{gr},50$ par tonne, teneur parfaitement exploitable, étant données les conditions locales favorables. Il est probable que la teneur au niveau inférieur atteindra le chiffre de 15 à 18 grammes qu'ont donné les travaux de traçage.

C'est une affaire qui ne demande que des développements et l'accroissement correspondant des moyens de broyage, afin de répartir les frais généraux sur un tonnage traité plus important qu'à ce moment.

L'or est à 970 millièmes de fin comme celui de tous les autres gisements du district.

Le filon de Sahafandroana appartenant aux mêmes exploitants est séparé du précédent par des failles et des plissements qui lui donnent une direction différente, mais les conditions géologiques et économiques sont semblables. Il est aussi interstratifié et très facile à suivre en direction par des galeries divergentes partant des deux côtés du ruisseau Sahafandraona qui le traverse. Sa teneur aux affleurements est supérieure à celle du filon Bebasy. Les travaux se bornent à une tranchée d'une centaine de mètres de longueur sur $2^{m},50$ de large et 2 à 3 mètres de profondeur. La société a porté jusqu'ici tout son effort sur Bebasy. Une chute de 15 mètres de hauteur de la Sahafandraona, à proximité immédiate des travaux, permettra d'éviter pour cette installation l'emploi temporaire et, somme toute, coûteux, de force motrice à vapeur, comme on l'a fait à Bébasy.

BASSIN DE LA SAHANDRAMBO

Bassin de la Sahandrambo. — Ce bassin est très voisin de celui de la Maha et de la Saka, dont les sources convergent vers le même point. C'est un exemple frappant de la *disposition rayonnante* des placers dont j'ai parlé plus haut. Ici, ce sont les micaschistes qui dominent, roche de facile latéritisation, aussi la couverture de terre rouge qui s'étend uni-

formément sur tout le pays est des plus épaisses. L'or n'est plus en dépendance directe des quartz. On trouve fréquemment des morceaux non quartzeux, simplement ferrugineux, originairement pyriteux, qui présentent de l'or libre à la vue.

C'est uniquement sur ces terrains détritiques latéritisés et sur les alluvions que portent les efforts des exploitants. C'est à peine si, sur quelques points, des dépenses, très peu importantes d'ailleurs, ont été engagées pour mettre les filons en évidence. Cette inertie s'explique par l'ignorance où se trouvent les propriétaires des connaissances techniques les plus rudimentaires, indispensables pour entreprendre des travaux miniers proprement dits.

Exploitation des méandres de la Sahandrambo. — L'exploitation des alluvions du lit de la Sahandrambo a donné de très bons résultats en employant une méthode qui peut être imitée sur beaucoup d'autres points dans la colonie. C'est à ce titre que je vais en faire une description sommaire.

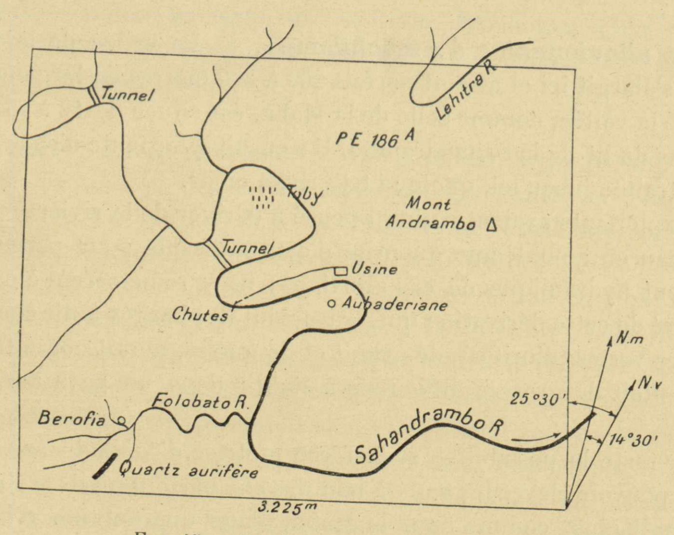


FIG. 15. — Exploitation des méandres.

Dans le ravin de Fotobato, on a fait une récolte très abondante d'or gros et fin, au voisinage même des affleurements de quartz.

Mais le meilleur chantier d'exploitation a été encore le lit de la Sahandrambo. L'exploitant, au moyen de deux tunnels, a coupé et détourné ce cours d'eau de façon telle, que les boucles extérieures ou méandres de la Sahandrambo ont été mis à sec. La récolte de l'or dans le lit même de ce cours d'eau a été rendue ainsi très facile et abondante. De plus, à

chaque grande crue, une nouvelle couche d'alluvions amène avec elle, dans ces mêmes boucles, une nouvelle provision d'or, qui sera traitée aussitôt les eaux basses revenues.

Les travaux de dérivation ont coûté environ 7 à 8.000 francs. Une première récolte d'or, interrompue d'ailleurs par une crue intempestive de la rivière, a déjà donné 12 kilogrammes d'or.

Il n'est pas douteux que cette exploitation donne de bons résultats.

Force motrice de la Sahandrambo. — Cette force est très facile à capter. Les chutes tombent de 22 mètres sur une longueur de 200 mètres en six escaliers (bancals des Guyanais) successifs. Débit à l'étiage 2.000 litres, soit 400 chevaux vapeur théoriques sur l'axe de la turbine.

On pourrait, indépendamment des broyages de quartz, utiliser cette force à l'élévation de l'eau pour traiter les alluvions qui s'étendent dans une plaine basse, dans le voisinage immédiat, en aval dans les environs d'Ambohilampa. C'est ce qu'on peut constater sur le plan d'ensemble de cette section de rivière aurifère

Plaine alluvionnaire d'Ambohilampa. — La vallée de la Sahandrambo s'élargit ici et atteint parfois 200 à 300 mètres de largeur. Cette partie de la vallée, comme celle de la Maha, est située de 12 à 15 mètres au-dessus du lit de la Sahandrambo. Il s'ensuit que, faute d'eau, elle n'a pu être traitée jusqu'ici, quoique très riche en or.

Les exploitants avaient d'abord pensé à dériver de la rivière, par une prise d'eau en amont, une quantité d'eau suffisante pour permettre le traitement hydraulique de ces alluvions ; ils y renoncèrent à cause du prix élevé de cette dérivation qui, traversant des berges à pic composées de roches vertes (diorites), de granit et de gneiss, aurait coûté très cher et présentait de grosses difficultés à établir dans un pays aussi accidenté.

Il leur reste la possibilité, si la force motrice d'Ambodiriano est établie, de pouvoir élever les eaux à bon marché partout où ils le voudront. Il ne s'agit plus, comme dans la Maha, d'une quarantaine d'hectares, mais bien de plusieurs centaines d'hectares : la chose en vaut donc la peine.

Mais, pour atteindre ce but, il faut d'abord établir une entente entre les intéressés et réunir ensuite un capital espèces pour installer un captage, un transport de force et des pompes élévatoires pour amener l'eau en tête des alluvions à traiter.

C'est une opération qui n'offre aucun aléa, car le cubage exact est des plus faciles et le prix de revient de l'eau facile aussi à établir, en comptant sur un débit de 10 fois le volume d'alluvions à passer par unité de

temps, ce qui est le chiffre moyen de la consommation de sluices bien installés,

Placer de l'Ifompona. — L'Ifompona, affluent de l'Isahampaka, présente aussi une application d'un autre principe fécond dans l'exploitation alluvionnaire : c'est celui de l'*abaissement du plan d'eau* par *sautage des barrages de roches.*

Ce placer est exploité depuis le 1er novembre 1907 et a toujours donné une forte production.

En 1909, la production a été de 35 kilogrammes d'or.

Son propriétaire arrive en tête des producteurs de la circonscription du sud-est, après les placers de la Saka.

Voies d'accès. — Pour se rendre au placer depuis Mananjary, il faut passer par Bétampona, Ausimparihy, Morafeno, Tanan-Botemena et Isahampaka.

Durée du voyage : deux jours de filanzane.

Climat. — Climat montagneux. Altitude : 305 mètres. Pays sain, bien aéré. On touche presque aux grandes forêts des Tanales.

Région fortement accidentée.

Hydrologie; forces motrices. — Le pays est bien partagé sous le rapport des eaux et des forces motrices. Le centre de l'exploitation (P. E. 282 A) est entouré de deux cours d'eau : l'Isahampaka et l'Ifompona. Ce dernier est le plus intéressant pour les besoins de l'exploitant, en raison d'une cascade de près de 30 mètres de hauteur, qui se trouve juste au confluent des deux cours d'eau. Cette chute donnera, par les plus basses eaux, une force motrice d'au moins 50 chevaux. Cette force servira à broyer des quartz et des roches pyriteuses aurifères que l'exploitant possède dans son gisement et sur lesquels il se livre en ce moment à une étude sérieuse au moyen de travaux assez importants.

Tout l'or extrait provient du travail à la batée fait dans le lit du cours d'eau, à l'époque des basses eaux. Le petit ruisseau de Bongolo a constitué le plus riche chantier, aujourd'hui épuisé.

Abaissement du niveau de l'Ifompona. — La cascade dont il a été parlé plus haut est formée par un banc de gneiss dur qui barre la rivière et qui a retenu derrière lui plusieurs mètres d'eau et de sables (*fig.* 16).

En abattant les roches suivant AB par une saignée de 1 mètre à $1^{m},50$ au plus, on a abaissé le niveau de l'eau de $2^{m},50$ dans le bief amont et toute cette partie, jusqu'ici hors d'atteinte sur 7 à 800 mètres de longueur, est devenue exploitable sans difficultés spéciales.

Ce travail a été mis en train en octobre 1910.

Après épuisement de l'or contenu dans cette partie de rivière, il n'y aura plus qu'à l'exploiter comme un sluice naturel après chaque saison des pluies, bien entendu en bouchant l'orifice AB pour permettre à de nouvelles alluvions aurifères de se déposer dans le bief amont.

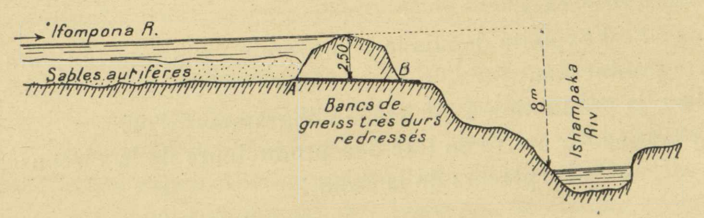


Fig. 16. — Sautage des barres rocheuses.

Il est certain qu'il y aura apport d'or, car toutes les montagnes de cette région contiennent des latérites très riches qui, après chaque saison de grandes pluies, réapprovisionnent la vallée en or.

BASSIN DE LA MAHA : PLACER DE TANAN PELA

Situation. — Sur la Maha, affluent gauche du Mananjary, à 35 kilomètres à vol d'oiseau de Mananjary.

Le chemin passe par Betampona, Morafeno et Tanan Pela, en suivant la vallée de la Maha. Durée du trajet : dix à onze heures de filanzane.

Climat. — C'est celui du littoral. La vallée de la Maha est environ à 60 mètres d'altitude au droit du Tanan Pela. L'habitation des Européens et le village sont un peu plus élevés (village : cote 100 ; Européens à 140).

Le fond de la vallée est chaud et humide. Sur les crêtes, on a la brise de mer qui rafraîchit un peu.

Toute la région est couverte de collines atteignant 100 à 300 mètres de hauteur au-dessus des vallées.

Force motrice hydraulique. — Un peu au-dessous de Tanan-Pela, il existe une chute de 3 mètres. Débit 1.000 à 1.200 litres par seconde.

Il serait facile de construire un barrage donnant 8 mètres de relevée totale.

Emploi de la force. — Avec cette force on pourrait éventuellement actionner des pilons pour broyer le quartz, après l'avoir utilisée tout

d'abord, avec grand profit, à l'élévation de l'eau pour laver les terres de montagne et les paquets d'alluvions anciennes, trop élevées au-dessus du niveau de la Maha pour être exploitées par les moyens actuels, restés vierges par suite de ces conditions.

Alluvions aurifères. — Sur la rive droite de la Maha limitée par la Saharanana et le tombeau d'Alonzo, se trouve en effet une plaine d'une quarantaine d'hectares marquée en hachures sur le plan ci-contre, formant cuvette. Ce sont des terrasses anciennes présentant une épaisseur de plus de 4 mètres (*fig.* 17).

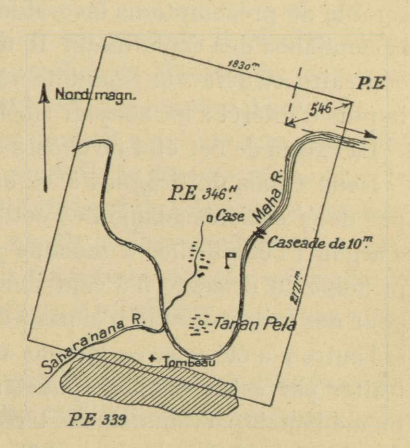


Fig. 17. — Alluvions de la Maha.

Méthode actuelle d'exploitation. — Cette méthode constitue un progrès très réel sur les procédés de simple batée. Les indigènes l'ont adoptée de suite. Voici en substance en quoi elle consiste. Ils amènent l'eau dans un ground sluice parallèle au front de taille, y font tomber l'alluvion aurifère A, préalablement mise à nu par l'autre phase de l'opération ci-dessous décrite, pour l'y concentrer et retenir l'or, puis abattent à coup d'angadys à grand manche tout le stérile de surface, décapent le plus possible l'alluvion restée en place, refont un deuxième ground sluice, et ainsi de suite. Le résidu resté dans leurs sluices est lavé à la batée et l'or extrait par ce moyen.

Les gros galets et les blocs sont fourchés en B (*fig.* 18).

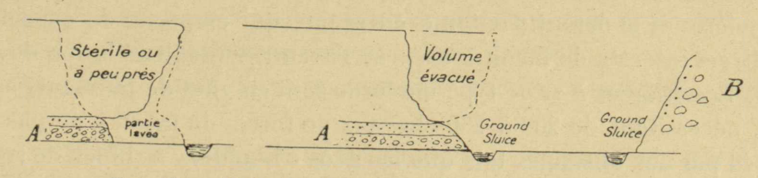


Fig. 18. — Méthode d'abatage indigène à Tanan-Pela.

Volume d'eau nécessaire. — Il faut pour chaque équipe d'abatage, au moins 8 à 10 litres d'eau par seconde.

Pour les alluvions anciennes dont j'ai parlé plus haut, comme ces terrains sont à 25 mètres au-dessus de la rivière, il faut disposer d'un moyen économique d'élévation des eaux de la Maha pour traiter cette formation alluvionnaire avec bénéfice.

Dragage de la Maha. — Le dragage de la Maha paraît une opération des plus sûres, étant donné que les indigènes font par batée une production de 2 à 3 grammes par semaine, ce qui représente une teneur effective de 1 gramme et demi par mètre cube. Ils travaillent dans l'eau jusqu'aux aisselles et ne peuvent dans ces conditions atteindre que les couches tout à fait superficielles du lit aurifère. Il semble que cet ensemble de présomptions favorables aurait dû, depuis longtemps, attirer la confiance des exploitants. Il n'en est rien et les dragages sont, au contraire, en défaveur complète à Madagascar auprès de ceux qui auraient le plus d'intérêt à les adopter sur leurs terrains.

La raison de cet état de choses est des plus simples :

Deux essais de dragues à or ont été faits, à des époques différentes, par deux sociétés auxquelles cette tentative a causé de grosses pertes d'argent; l'une d'elles a manqué y sombrer, mais, dans les deux cas, le principe du dragage n'a contribué en rien à l'issue désastreuse, vu que, pour des raisons que je n'ai pas à développer ici, de ces dragues, ni l'une ni l'autre n'a été mise en marche sur les alluvions qu'on se proposait de traiter par cette méthode pourtant si économique. L'une d'elles n'est même jamais parvenue sur les terrains qu'elle devait traiter. La mauvaise impression subsiste encore, et la prévention contre l'emploi de la drague pour exploiter le lit des rivières malgaches n'est pas encore dissipée. Il suffira d'une réussite pour changer en faveur cette opinion préconçue. La Maha paraît devoir donner d'excellents résultats avec des dragues à or, lorsqu'on y utilisera non pas des appareils de fortune, mais au contraire des dragues puissantes, solides, munies des derniers perfectionnement modernes, livrées avec garanties, par des constructeurs compétents et ayant déjà fait leurs preuves.

Une double difficulté que rencontre la constitution d'affaires de dragage, c'est la multiplicité des propriétaires détenant le cours dragable des rivières et le défaut d'entente entre eux qui empêche de consolider ces divers intérêts de façon à assurer l'avenir d'une installation de dragage. Les dragues à or de type moderne sont en effet de puissants appareils, nécessitant de 200 à 250 chevaux de force, de façon à ne pas être arrêtés par des obstacles tels que les gros « boulders » (blocs de roches arrondis de plusieurs centaines de kilogrammes qu'on rencontre parfois dans les alluvions et qu'il faut pouvoir faire avaler par les godets sans provoquer de désordre). Ces fortes dragues débitent de 1.000 à 2.000 mètres cubes par jour : elles doivent donc avoir devant elles un cube très considérable reconnu d'une façon complète par des sondages méthodiques sur lequel elles puissent amortir leur coût qui n'est jamais inférieur à 4 ou 500.000 francs, frais de montage compris.

Considérations générales sur l'avenir de l'industrie aurifère dans la province de Mananjary.

Production future de l'or. — De ce qui précède il résulte nettement que l'exploitation de l'or dans la province de Mananjary, loin de se ralentir, ne peut aller qu'en s'accroissant pendant nombre d'années.

Jusqu'ici les détenteurs de périmètres miniers n'ont été que des acheteurs d'or aux indigènes : mais une ère nouvelle se dessine : d'une part, le succès de MM. Mortages et Grignon, dans le nord de l'île, a créé un mouvement en faveur de la recherche des quartz et des roches aurifères, et, d'autre part, les avantages retirés du traitement des alluvions par le sluice, amènent petit à petit les exploitants à substituer ce genre de travail au procédé par la batée indigène.

Évidemment, dans bien des cas, un simple particulier ne pourra engager les grosses dépenses exigées par les installations de traitement des alluvions par des procédés mécaniques, mais il aura toujours la ressource de céder son périmètre minier à une association de capitaux qui fera toutes les installations nécessaires.

Main-d'œuvre. — Mais, pour arriver à tirer tout le parti possible des richesses aurifères de la circonscription minière du sud-est, il faut absolument trouver de la main-d'œuvre.

Il faudrait diriger un mouvement d'émigration des régions où il y a pléthore, vers la province de Mananjary. Il est absolument certain que trois mille ouvriers nouveaux trouveraient du travail sur les chantiers de la Sahandrambo, de la Maha, de la Saka, du Fanantara et du Sakaleone, où beaucoup d'exploitations chôment, faute de bras.

Cette même main-d'œuvre manque encore davantage dans le sud.

Les districts de l'Ikongo et de la Loholoka donneraient une production quadruple, si on y disposait de la main-d'œuvre nécessaire.

En résumé, la circonscription minière du sud-est contient beaucoup d'or, mais elle manque de bras. Si l'on pouvait les lui procurer, la production de l'or qui a dépassé, malgré toutes les difficultés, 600 kilogrammes en 1911, arrivera certainement à 1.000 kilogrammes d'ici à un ou deux ans, ce qui viendra atténuer la diminution prévue de rendement du district du nord de la colonie. Il est intéressant de remarquer que les propriétaires de mines d'or du district de Mananjary, emploient une

grosse partie, pour ne pas dire la totalité, de leurs bénéfices à la création de domaines agricoles.

On peut citer à l'appui de cette remarque les belles plantations créées par la Compagnie Lyonnaise et par MM. Venot, Amour, Lauratet, Paris, Lurat, Bocard, Bigouret, Sauze, Pignegun, J. Martin, etc., ce qui revient à dire que faciliter l'extraction de l'or, c'est en même temps travailler à la création du domaine agricole de Madagascar.

II. — GISEMENTS DU CENTRE DE MADAGASCAR

Les caractères géologiques du centre de Madagascar diffèrent assez notablement de ceux que nous avons reconnus dans la circonscription de Mananjary; les granits abondent, donnant au paysage un aspect uniforme et désolé. Pas d'arbres et, partant, pas de combustible ni de moyens économiques de soutènement. Grâce à l'importance des phénomènes éruptifs dont le principal témoin, le vaste massif de l'Ankaratra, domine de près de 1.000 mètres le plateau central, déjà très élevé (cote moyenne 12 à 1.400^{m}), il existe de nombreuses chutes d'eau dans la région qui assurent une réserve d'énergie disponible précieuse pour l'avenir de l'industrie minière dans cette contrée.

Cette présence fréquente du granit fondamental permet de se rendre déjà mieux compte des phénomènes de métamorphisme des roches feuilletées et notamment des gneiss qui surmontent les granits. L'érosion a souvent mis à nu le substratum granitique, laissant voir ainsi les innombrables termes de passage et de digestion des roches stratifiées au granit franc.

Parmi les très nombreux gisements aurifères, exploités ou non, que j'ai visités dans le centre de la colonie, je ne décrirai que ceux qui, soit par leur mode de gisement, soit par les méthodes de prospection ou de mise en valeur qu'on y applique, présentent un intérêt particulier.

GISEMENT DE TONGARIVO

La figure 19 donne un croquis géologique de la région ainsi que l'itinéraire qui conduit à la mine. Distance d'Antsirabé : 16 kilomètres.

Une partie de cet itinéraire s'effectue sur un grand épanchement de laves venues de l'Ankaratra, mais qui n'ont joué aucun rôle dans la formation aurifère. En dehors de cette particularité locale, le terrain archéen est constitué, à la sortie des alluvions de la Manandona, par une formation très puissante de couches de quartzites, interstratifiées dans les gneiss amphiboliques de couleur foncée. Cette formation comprend, à

la mine même de Tongarivo, trois filons ou couches aurifères parallèles reconnues comme suit :

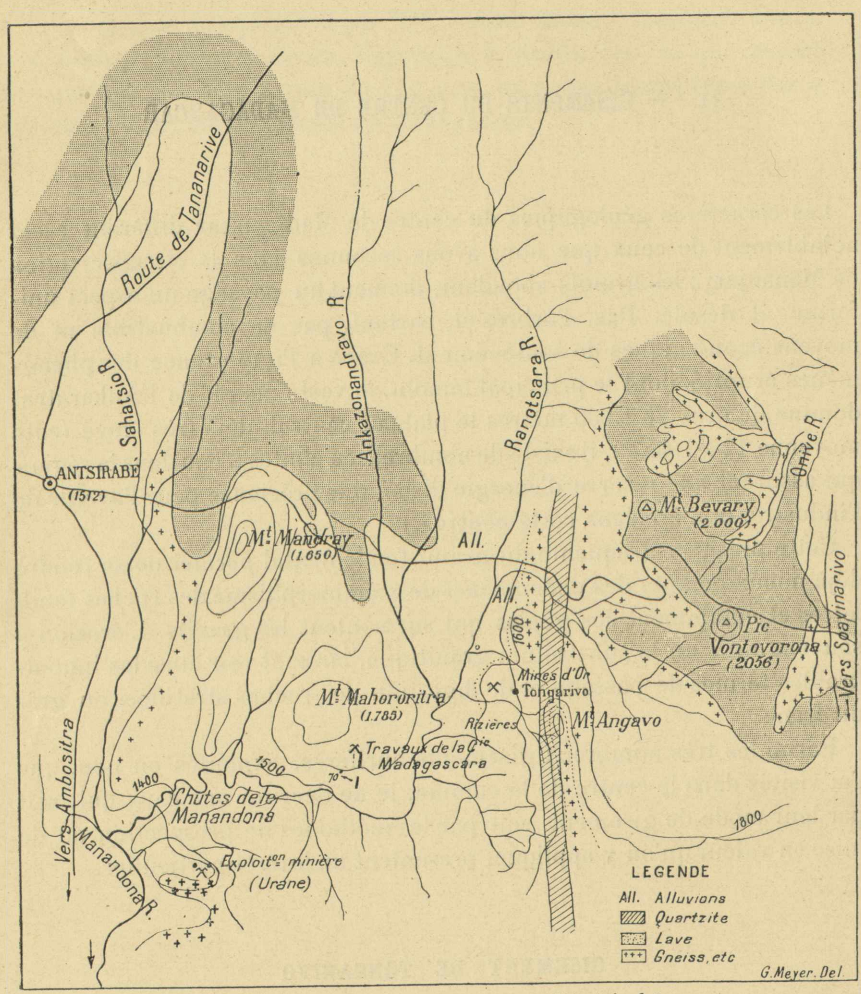


Fig. 19. — Géologie des environs d'Antsirabé.

Filon n° 1. — Le numéro 1, dit filon de la crevasse, a été mis à jour par les travaux malgaches (10 kilogrammes retirés des exploitations de surface); puis par une galerie en direction de 40 mètres partant du fond de la crevasse actuellement éboulée, mais qui a été praticable jusqu'à ces derniers temps, donnant du quartz bon à piler. Enfin par un puits dit puits de l'Est, creusé près du réservoir actuel, recoupant le gîte à 8 mètres de profondeur avec une puissance de $0^{m},45$, de bon minerai à broyer (*fig.* 20 et 21).

Le même filon a été recoupé à 15 mètres de profondeur par le puits de l'Ouest avec $0^m,80$ de quartz aurifère.

Tous ces puits et galeries ont été faits par les propriétaires primitifs de la mine ; la plupart d'entre eux se sont éboulés faute de boisage et d'argent pour l'entretien.

Ce filon a été recoupé pendant la durée de mon séjour dans la colonie

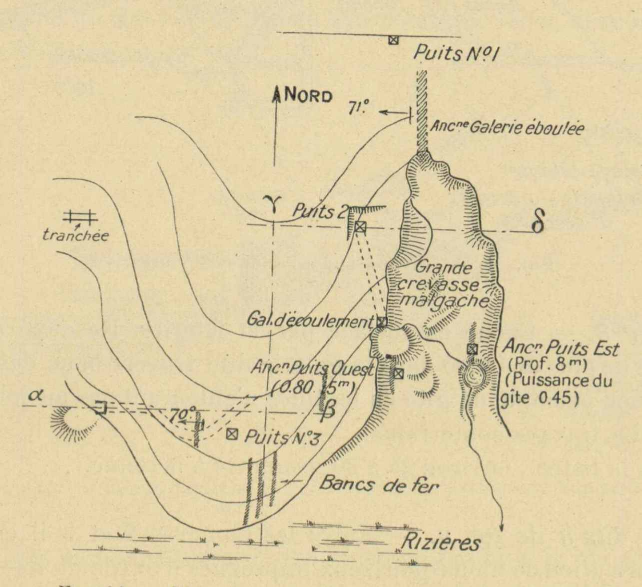


Fig. 20. — Plan de la grande crevasse de Tongarivo

à 25 mètres de la surface, soit environ à 14 mètres au-dessous de la galerie d'écoulement, par le puits numéro 2 dans lequel on travaillait activement à la recoupe en travers-banc au fond du puits à l'époque de ma visite.

Il y a une certaine veine d'eau (environ 50 litres par minute, soit 3 mètres cubes à l'heure), qu'on assèche avec une pompe à bras.

On en aura certainement davantage, quand on pénétrera plus profondément dans le filon, la plaine avoisinante, dans la direction des couches, étant couverte de rizières.

L'ensemble de la formation est incliné fortement sur l'horizontale, d'environ 70°. C'est aussi le pendage des gneiss.

Filon n° 2. — C'est le moins bien connu. Il n'a été touché qu'en affleurement : or, les affleurements les plus séduisants à Madagascar, avec cette épaisse couche de latérite, qui est comme un bandeau sur les yeux, sont insuffisants pour se prononcer. Dans l'espèce, ces caractères super-

ficiels ont été confirmés par un travers-banc qui a recoupé le gîte après mon départ de la colonie.

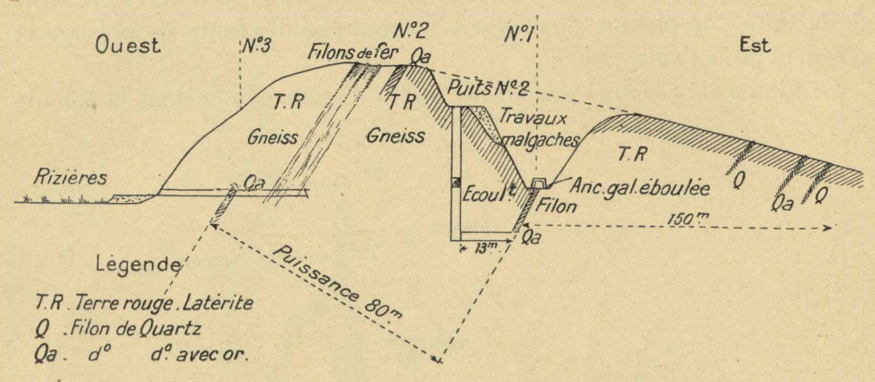


Fig. 21. — Travaux sur les filons de Tongarivo

Filon n° 3. — Caché en surface par la latérite. Recoupé avec une puissance de plus de 0m,80 dans la galerie dite travers-banc des rizières. C'est un bon exemple de gîte en lentilles n'affleurant pas au jour découvert pas des travaux souterrains.

Essai à la batée : environ 25 à 30 grammes à la tonne.

Filons dits « de fer ». — Entre les numéros 2 et 3 il existe une grande formation de filons quartzeux imprégnés d'oxyde de fer, limonite, magnétite, peroxyde de fer, provenant visiblement de l'oxydation superficielle de pyrites de fer ou de mispickel. Je n'ai pas de doute qu'au-dessous du niveau hydrostatique général de la région toute cette formation ne devienne complètement pyriteuse.

Reste à savoir ce que cette transformation donnera au point de vue de la teneur en or. Le seul exemple qu'on ait de la variation de teneur en profondeur, dans la zone pyriteuse non oxydée, est celui de Soavinarivo (voir page 62), qui est plutôt favorable à l'accroissement de teneur en or en profondeur. Mais cet exemple étant unique ne saurait encore faire autorité. Il faut attendre pour se prononcer.

Les filons de fer, en surface, ne m'ont donné *à la batée* que des traces d'or.

Autres filons à l'est. — Trois affleurements distants, parallèles à la formation précédente, se présentent dans un rayon d'environ 150 mètres de la crevasse. Je n'y ai pas trouvé d'or par batée faite sur des quartz pris à la surface, dans le chapeau de fer et pilés soigneusement, sauf dans celui du milieu (5 grammes à la tonne, points fins). Il y a lieu cepen-

dant d'en tenir compte, car c'est sur le prolongement de cette lentille, légèrement aurifère, qu'on a exploité un très bel enrichissement dans la concession voisine, où les indigènes ont creusé une vaste crevasse qu'ils n'ont abandonnée que chassés par la venue de l'eau qui envahissait leurs travaux. Il y a donc là, on le voit, une indication très nette d'une puissante formation aurifère, constituée par des *couches de quartz interstratifiées* dans ces gneiss, contenant en surface de l'or libre et devenant, en profondeur, au-dessous du niveau hydrostatique local, des couches pyriteuses aurifères.

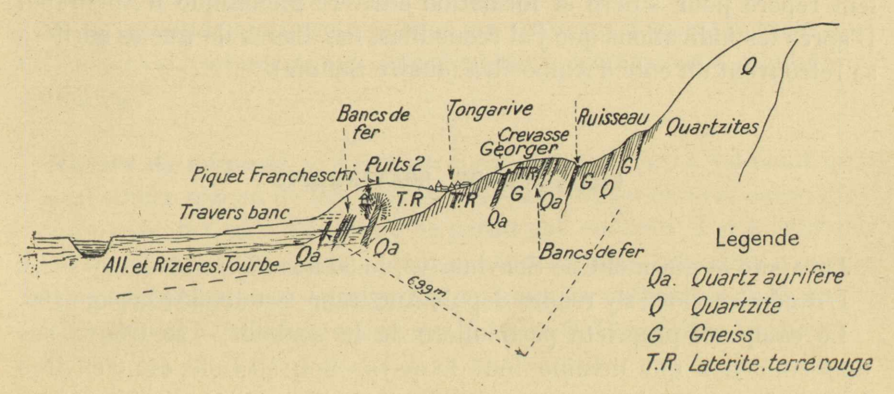


Fig. 22. — Coupe d'ensemble de la formation aurifère de Tongarivo

Continuité des couches. — Cette constatation faite, je me suis immédiatement occupé de la question de *continuité de la formation.*

Cette continuité ne peut être recherchée avec fruit que dans la direction du sud, vu que le gîte passe sur le flanc des collines limitant à l'est la vallée de la Ranotsara et tend, par conséquent, à s'élever graduellement au-dessus du niveau des rizières. Au nord, au contraire, la direction des couches aurifères les fait passer sous des rizières très vastes, tapissées de couches épaisses de terres vaseuses qui rendent la prospection impossible. Ce ne sera que par des travaux souterrains en direction qu'on pourra reconnaître utilement ce prolongement.

Prolongement vers le sud. — On entre alors dans des concessions voisines.

En se déplaçant sur la ligne de niveau à la cote 1.650, on reconnaît que la formation aurifère se prolonge sur les contreforts avec la même direction et le même pendage de 70° à l'ouest. Ce ne sont pas là les mêmes couches que celles sur lesquelles on travaille dans la mine de Tongarivo. Elles sont plus à l'est, mais parallèles et identiques comme aspect.

Autrement dit, la formation gneissique, enchevêtrée de couches quartzeuses, de quartzites en bancs puissants et de bancs de fer, se prolonge nettement du nord au sud. Plus on monte vers l'est, plus les bancs se changent en quartzites, et on voit nettement, sur les flancs des montagnes, qui courent parallèlement à la direction des strates, de grands bancs de quartzite pur blanchâtre, privés de végétation, qui se prolongent à perte de vue. L'ensemble de la formation présente la coupe générale représentée par la figure 22.

Les grands bancs de quartzite de couleur blanche forment un excellent repère pour suivre la formation aurifère gneissique d'Antsirabé. D'après les indications que j'ai recueillies, ces bancs de gneiss aurifère se retrouvent du côté d'Ambositra (affaire Sahofa).

GISEMENT DE SOAVINARIVO

J'ai visité le gisement de Soavinarivo, le 30 novembre 1910.

L'itinéraire, pour s'y rendre depuis Antsirabé, est donné à la page 186.

Le camp — propriété particulière de la société — se trouve sur une éminence qui domine tout le pays. Son altitude est d'environ 2.000 mètres, aussi y avons-nous eu très froid dans la nuit. Il est bien installé et compte environ 200 habitants, femmes comprises.

La disposition d'ensemble des installations extérieures est bien conçue, elle comporte notamment :

Hangar des chaudières; — Atelier ; Halle d'extraction, manège à chevaux et bureau ; — Menuiserie ; — Magasin ; — Hangar à combustible ; — Laveuses ; — Hangar à minerai riche ; — Contre-maître ; — Case Fanjakana ; — Direction ; — Administration ; — Village indigène.

Filon. — Le filon affleure dans la direction nord-sud. Il est nettement interstratifié.

Voici la disposition et la puissance des épontes et des terrains encaissants (*fig.* 23) :

Fig. 23. — Coupe du filon de Soavinarivo.

On voit que ce sont les conditions normales des gisements aurifères de l'archéen malgache que j'ai déjà décrits plusieurs fois depuis le début de ces monographies.

Le filon n'est pas formé de quartz, mais bien de quartzite. Il est fréquemment mélangé de mica

blanc, de larges cristaux de feldspath, etc., preuve de sa communion intime avec le banc de pegmatite du mur.

Les salbandes de micaschiste sont assez souvent imprégnées d'or et de pyrite de fer aurifère. On compte en tirer parti quand l'exploitation industrielle sera organisée.

Travaux en direction. — On connaît le gîte par une série de travaux superficiels sur une longueur d'environ 300 mètres. Il se prolonge au delà d'une façon indiscutable, car les bancs de granit interstratifiés se suivent sur plusieurs kilomètres de distance.

Je les ai nettement retrouvés dans ma visite sur d'autres piquets plus au sud; c'est, somme toute, une formation extrêmement régulière et continue.

Nature du minerai. — Le minerai est très pyriteux, à tel point qu'il y a un atelier spécial de femmes laveuses pour broyer et laver ces pyrites.

La pyrite de fer de Soavirano ne paraît pas contenir d'or à l'état des combinaisons rebelles, car, après que les femmes ont extrait par un broyage fin entre deux pierres plates tout l'or séparable à la batée, elles la livrent à l'administration qui la traite de la manière suivante :

1° Attaque par AzO^5 à chaud dans une capsule; quand l'attaque est complète, lavage à grande eau pour éliminer les dernières traces d'acide;

2° Reprise par HCl bouillant pour achever la dissolution de la pyrite;

3° Lavage et filtration du résidu qui est de l'or pur marchand.

Travaux souterrains. — Épuisement. — Les travaux en profondeur ont rencontré de nombreuses difficultés tenant principalement à ce fait, que cette mine est la première qui ait exécuté des travaux souterrains avec boisage et roulage par galeries et elle a dû faire école.

C'est surtout dans l'épuisement qu'on a eu le plus de surprises fâcheuses.

La formation aurifère fait drain dans un grand bassin, de sorte que les venues d'eau ont été rapidement croissantes, dépassant toutes les prévisions.

Aussi, trouve-t-on à la mine un assortiment complet de pompes et de chaudières des plus suggestifs : on a monté successivement :

2	pompes de	25^{m3}	à l'heure	(Pinette)	avec	1	chaudière correspondante.
1	—	72	d°			1	d°
1	—	140	d°	(Duplex)		1	Belleville. d°

Cette dernière était en service au moment où j'ai visité la mine. Elle était installée en double pour parer à des arrêts imprévus. Elle est deve-

nue insuffisante peu de temps après mon départ et, devant un tel résultat, on a résolu, fin janvier 1911, de suspendre les travaux dans cette mine. Cette venue d'eau est d'autant plus extraordinaire, sur un point culminant qui domine le pays, que le puits n'a que 43 mètres de profondeur (*fig.* 24).

On voit que l'épuisement de l'eau dans ce genre de recherches est un gros élément de dépense, d'autant plus que, comme combustible, on en est réduit aux expédients, à savoir : du bois médiocre, venant de la lisière de la grande forêt (18 à 20 kilomètres sur route, non empierrée, roulage à bras), des racines d'arbrisseau, et enfin des racines de bozaka (graminée qui pousse en abondance dans le pays).

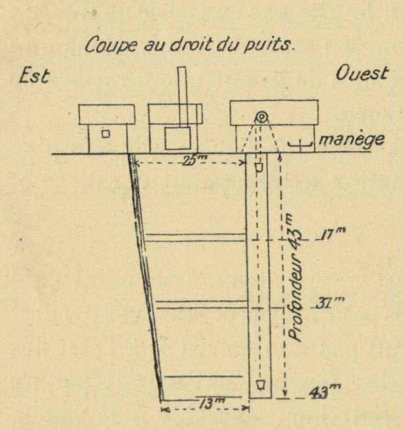


Fig. 24. — Coupe de puits de Soavinarivo.

Il faut faire sécher tout cela au soleil, le rentrer en vitesse quand le temps menace. Une armée de femmes y est occupée.

Cette venue d'eau inattendue est instructive à noter : elle doit servir d'avertissement. Si l'on veut, sur d'autres mines analogues, éviter les mécomptes, il faudra être large pour les prévisions d'épuisement.

Au point de vue de l'exploitation future, ce ne sera pas une difficulté, parce que toute la force employée sera empruntée aux chutes voisines. Il y en a en quantité dans le pays.

Le filon a été reconnu :

Par une galerie en direction partant du niveau d'écoulement, c'est-à-dire de la galerie pratiquée au fond du ravin, au sud du puits ;

Par deux travers-bancs pratiqués vers l'amont en L et L', établissant l'existence du gîte sur environ 300 mètres de long.

Tout ce réseau a été creusé à 25 mètres de la surface.

Pour atteindre le deuxième étage, on a creusé, au prix des difficultés que j'ai signalées, le puits central jusqu'à 43 mètres et attaqué une galerie de 13 mètres de long pour recouper le gîte à ce niveau. Il ne restait que 1 mètre à 1m,50 à percer à l'époque de ma visite, pour recouper le filon.

GISEMENTS AURIFÈRES DE LA VALLÉE DE L'ITÉA

Les mines d'or de la vallée de l'Itéa sont le premier gisement constitué par des micaschistes aurifères francs qu'il m'ait été donné de voir à Madagascar. La géologie en est intéressante ; c'est le premier exemple net et indiscutable de la formation interstratifiée reconnaissable sur les deux flancs d'un anticlinal ayant pour soubassement un granit de profondeur à mica noir, qui occupe tout le fond du synclinal dans l'axe duquel coule la rivière Itéa.

Voici en effet la coupe est-ouest par le toby de l'exploitant :

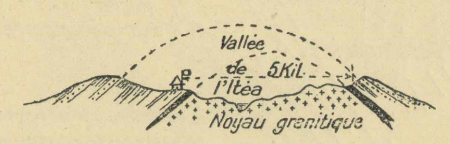


Fig. 25. — Coupe schématique de la vallée de l'Itéa par $\alpha\beta$ du plan de la page 68.

La situation des placers est la suivante : et on y exploite encore des alluvions superficielles à la mode malgache. Cette exploitation assure un revenu modeste, mais assez régulier, au propriétaire du permis.

Il a fait quelques travaux à ciel ouvert dans la couche de micaschiste aurifère qui traverse en écharpe son permis de recherches n° 8115 (1 kilomètre de rayon, ancien Décret) et le permis voisin qui lui appartient aussi.

Ces terrains sont choisis de façon à couvrir, sans solution de continuité le flanc nord-ouest de l'anticlinal aurifère.

Les terrains qui forment cet anticlinal sont constitués par des alternances ordinaires de micaschistes amphiboliques ou gneissiques, de gneiss francs, de petits bancs de quartzites, etc., en un mot : c'est l'archéen feuilleté de Madagascar.

Le strate aurifère n'est pas constitué ici par une ou plusieurs veinules de quartz, en lentilles, comme dans le cas général. Le métal précieux se trouve en cristaux parfois très nets et parfaits, au sein d'un micaschiste franc, à mica blanc, de couleur blanche ou vert grisâtre très clair près de la surface, plus foncé quand on l'extrait d'une certaine profondeur où il a été à l'abri de l'air. Cette couche riche peut avoir une épaisseur de $0^{m},60$ à 1 mètre et la veine essentiellement riche, à or visible, $0^{m},12$ à $0^{m},15$, pas davantage. Par exemple la teneur y est extrêmement élevée, et j'ai rapporté de cette visite de magnifiques échantillons prélevés au front de taille, avant mon passage à la mine.

Les travaux sont tous concentrés sur un point situé de l'autre côté du ruisseau qui coule au pied du toby. Ils consistent en un découvert malgache descendant sur une formation aurifère dans les micaschistes. On a gratté tout ce qu'on a pu par des descenderies dans la roche qui est assez solide comme épontes, de sorte qu'on a grapillé jusqu'au niveau hydrostatique par des travaux en descenderie, dans lesquels on peut encore entrer sans trop de risque de se faire tuer.

Je donne ci-dessous le dessin de ces travaux (*fig.* 26). Il ne reste, pour

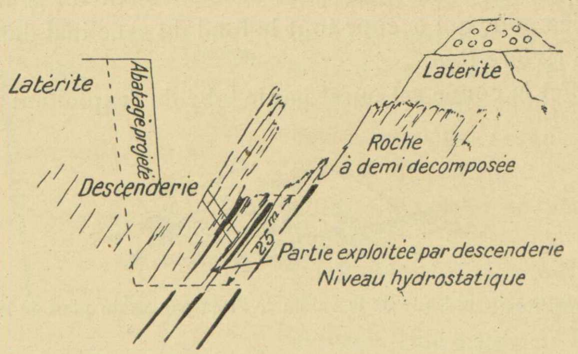


Fig. 26. — Exploitation de micaschiste aurifère.

ainsi dire, rien à prendre, cela va sans dire, car tant qu'il y a quelques roches à or visible à enlever, les Malgaches ne lâchent pas et comme il n'y a personne dans la mine en ce moment, la conclusion est simple : tout est enlevé. A l'époque de mon passage, l'exploitant se proposait d'approfondir sa tranchée en remuant un gros cube de terre rouge au toit de sa formation, mais je doute que cette opération puisse laisser un bénéfice, les minerais essentiellement riches ayant été déjà enlevés au niveau qu'il atteindrait ainsi.

L'exploitant a monté au pied de son découvert un moulin de prospection de trois pilons, mû par une roue hydraulique en bois, faite sur place, qui peut fonctionner pendant la saison des pluies. Le manque de connaissance des ouvriers chargés de soigner l'amalgamation sur les plaques n'a pas permis d'utiliser convenablement jusqu'ici ce petit appareil.

Cette mine est intéressante; on y a reconnu une réelle continuité d'allure, car les travaux de grapillage des indigènes ont porté sur plus de 200 mètres de longueur; c'est l'indice d'une belle colonne.

On pourrait, à peu de frais, exécuter un travers-banc à 30 mètres en contre-bas de ces affleurements en partant d'un ravin voisin et faisant un T à travers la formation (Voir *fig.* 27).

Mais le véritable moyen de mettre en valeur, c'est par puits ou descenderies, mais, pour cela, il faut faire d'abord un captage de force, car il y

aura de l'eau en abondance, et l'exemple de Soavinarivo est à méditer pour ne pas retomber dans le même inconvénient.

Il est d'ailleurs très facile de capter 2 à 300 chevaux, car à 6 kilomètres du gîte de l'Itéa, il y a une chute de 150 mètres de hauteur qui tombe à pic dans la vallée de la Tolomanga. J'ai reconnu cette cascade

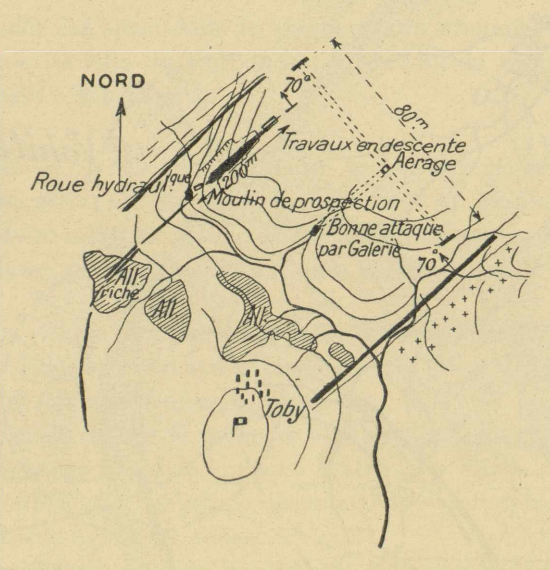


FIG. 27. — Plan de la zone des micaschistes aurifères.

dans mon itinéraire (p. 210) pour me rendre aux mines de cuivre d'Ambatofangehana, et je me suis rendu compte, en passant, du parti qu'on pourrait tirer de cette heureuse circonstance.

Autres gisements plus au sud. — Le même exploitant possède aussi un autre gisement, plus au sud que celui que je viens de décrire, au delà du défilé rocheux qui termine de ce côté-là la vallée de l'Itéa. Ce piquet couvre la région peu accidentée, sorte de plateau, où les deux branches du gîte aurifère, celle de l'est et celle de l'ouest, enserrant la vallée de l'Itéa, viennent se rejoindre et former une sorte de dôme souterrain, dont la présence constitue une circonstance éminemment favorable à l'exploitation des couches aurifères à faible profondeur.

C'est la reproduction du gîte de Sahofa, qui fit tant de bruit à l'époque. Je rappelle que c'est sur un gneiss amphibolique de Sahofa que M. le professeur Lacroix reconnut le premier que l'or de gneiss à Madagascar était *contemporain de leur formation.*

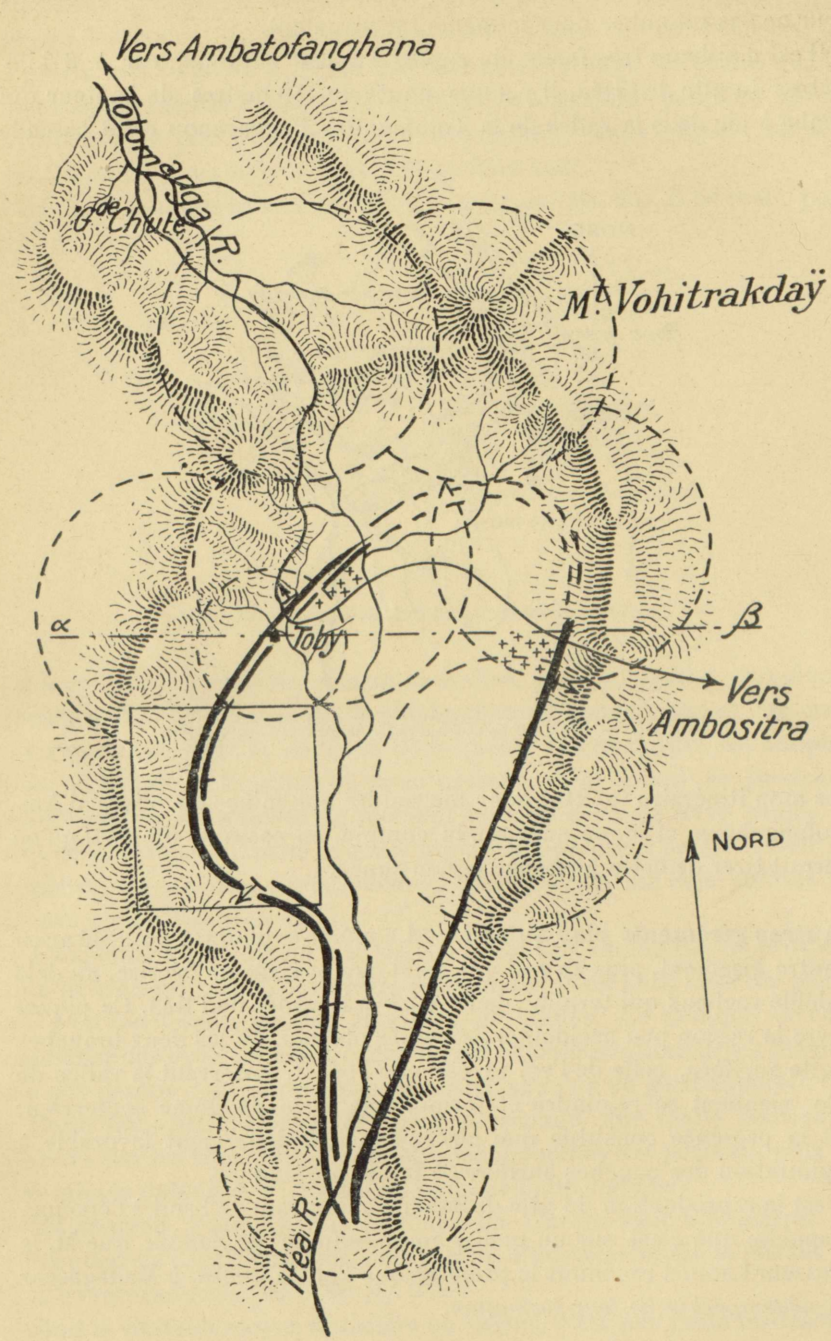


Fig. 28. — Tectonique des micaschistes aurifères dans la vallée de l'Itéa.

GISEMENT AURIFÈRE D'AMBOHITSIVALANO

DISTRICT DE TSIROANOMANDIDY

Ce gisement est situé dans le voisinage du chemin, très fréquenté, qui relie la petite ville de Tsiroanomandidy avec la capitale de la province de l'Itasy : Miarinarivo.

Itinéraire. — De Tsiroanomandidy, la route vient passer au pied du mont Bevato, puis oblique de là vers le sud-est, en longeant un anticlinal dont le bord ouest est bien marqué par un alignement remarquablement rectiligne, parallèle à la formation aurifère du gîte étudié ci-dessous.

Le toby ou village de mineurs-orpailleurs se trouve sur un affluent de la rivière Imanga, cours d'eau assez important qui franchit la crête ouest de l'anticlinal par une profonde gorge.

L'endroit où se trouve le camp se nomme Ambohitsivalano (littéralement : « Montagne allant de l'ouest à l'est »), à cause de l'orientation très remarquable, qui m'a frappé dès mon arrivée, du bord ouest de l'anticlinal auquel le camp est adossé.

Trois permis d'exploitation constituent le domaine minier d'Ambohitsivalano. Un seul, celui de l'ouest, est travaillé à la malgache pour alluvions. Les autres sont des piquets de protection.

Géologie. — Le gîte est composé principalement des micaschistes amphiboliques redressés à 60° sur l'horizontale, dirigés parallèlement à la grande crête déjà signalée, c'est-à-dire nord-ouest-sud-est.

Dans ces micaschistes sont incluses des veines assez nombreuses de quartzite aurifère en lentilles. L'or se trouve aussi dans des bancs ferrugineux, dits bancs de fer, qui alternent avec les filonnets de quartzites au sein des micaschistes.

En un mot, on retrouve encore ici le mode de gisement classique de l'or dans tout l'Imerina. Notons la fréquence des « bancs de fer » dans presque toutes les descriptions qui précèdent. Nous verrons mieux encore : une mine dans laquelle le gîte exploité est un banc de fer à oxyde magnétique (Voir monographie de Tsimbolovolo, p. 105.)

Travaux souterrains. — Du temps de la Reine, on a extrait beaucoup d'or (40 à 50 kilogrammes sont considérés ici comme « beaucoup d'or »). On n'a d'ailleurs jamais de statistique précise remontant à cette

époque, c'est-à-dire à une quinzaine d'années, mais de simples appréciations plus ou moins enthousiastes.

Cet or a été principalement extrait de la rivière, sorte de sluice naturel, qu'on lave et relave encore en ce moment et qui donne toujours des productions satisfaisantes.

Ensuite est venue l'exploitation, par puits, des affleurements. Ce tra-

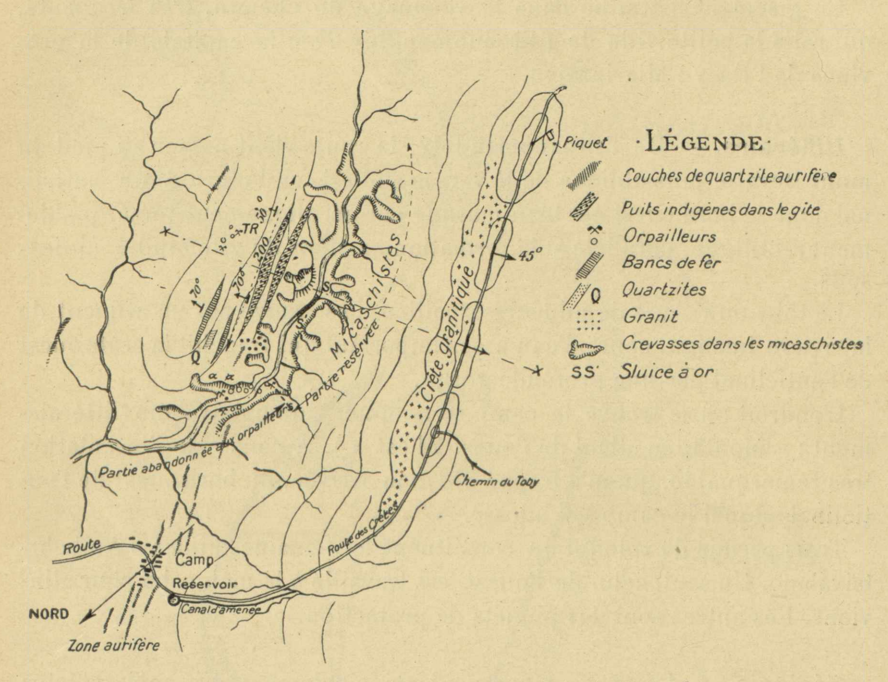


Fig. 28. — Mine de quartzite aurifère à Ambohitsivalano.

vail est concentré sur deux veines quartzeuses situées sur la crête du mamelon (*fig.* 28).

On est descendu ainsi d'une quinzaine de mètres dans deux veines de quartzites de $0^m,40$ à $0^m,60$ de puissance, assez régulières, qui ont donné ce que les indigènes considèrent comme du bon minerai de broyage au pilon, ce qui correspond environ à une valeur minima de 20 grammes à la tonne, au-dessous de laquelle les indigènes cessent de traiter ces matières assez dures et d'en extraire l'or par pilonnage.

En direction, on suit aisément les deux filons sur une longueur d'environ 200 mètres, criblés de nombreux puits indigènes presque jointifs d'où le quartz payant a été extrait. On y trouve aussi des bancs de fer magnétique, très abondants dans la formation.

La coupe par XY du plan est un exemple de l'irrégularité de certains gîtes aurifères de Madagascar. Les deux lentilles sur lesquelles on a

creusé tant de trous d'exploitation malgaches, disparaissent après 200 mètres de développement en direction. La minéralisation passe, soit dans d'autres bancs de quartzite non connus, soit, plus probablement, dans une autre roche : micaschiste ou banc de fer.

On retrouve en effet des terres rouges bien payantes dans le ruisseau, en $\alpha\alpha'$ dans le prolongement des bancs riches, puis, sous le camp même, que l'exploitant se propose sérieusement de démolir pour en laver le sol. On fait de jolies batées de terre rouge avec la terre des cases et de la rue centrale du toby. Évidemment la zone aurifère passe par là.

On la recoupe encore sur l'autre rive de l'Imanga, à côté de notre itinéraire d'arrivée, à 1 kilomètre et demi environ au nord du camp.

Les puits indigènes ont de 12 à 15 mètres de profondeur; les ouvriers ne recherchent et ne retirent que le quartz. J'ai pris aussi des échantillons de bancs de fer, très nombreux et puissants. Si l'on pouvait les traiter avec une teneur de 5 grammes à la tonne, par exploitation à ciel ouvert, ce serait intéressant, car il y en a des quantités en vue.

Travaux à ciel ouvert. — La grande tranchée a pour but de recouper les deux filons et de voir ce qu'ils deviennent en profondeur. Elle a été commencée dans la terre rouge. On atteignait, lors de ma visite, les micaschistes amphiboliques solides, en place, dans le pied. Naturellement, on ne les touchait pas afin d'éviter les frais de sautage à la poudre et on continuait la tranchée dans la partie tendre, mais on n'ira plus bien loin sans explosif, si on veut affranchir le pied.

Toutes ces terres de déblai sont passées au sluice SS' et y donnent 2 grammes au mètre cube.

Le sluice est mal installé : trop de pente, pas assez d'eau, riffles en forme d'escalier de meunier avec pierres dans les marches, une réminiscence des riffles des grands sluices employées dans les exploitations hydrauliques, copiée dans les livres.

Tout cela était d'ailleurs démoli à moitié à la suite d'une crue qui avait emporté les faibles barrages que font ici les prospecteurs.

Anticlinal. — On voit distinctement un anticlinal en arrivant à la mine. Cependant on ne retrouve pas, sur le flanc ouest, trace des terrains aurifères qui se développent vis-à-vis.

Cette constitution, ajoutée à la parfaite rectilignité de tout le rebord en question que j'ai suivi pendant la dernière partie de l'itinéraire que j'ai parcouru depuis Tsiroanomandidy jusqu'au toby m'a fait marquer une grande faille à cet endroit.

J'y suis d'autant plus autorisé que, dans la course que j'ai accomplie à l'ouest du gisement pour en étudier les abords, j'ai relevé la coupe sui-

vante (*fig.* 29) en travers du permis d'exploitation, qui ne laisse pas de doute sur l'existence d'un accident de ce genre.

Il y a donc de grandes probabilités pour que la *continuité* du gîte soit acquise tout le long de la faille, c'est-à-dire sur une longueur de plusieurs kilomètres.

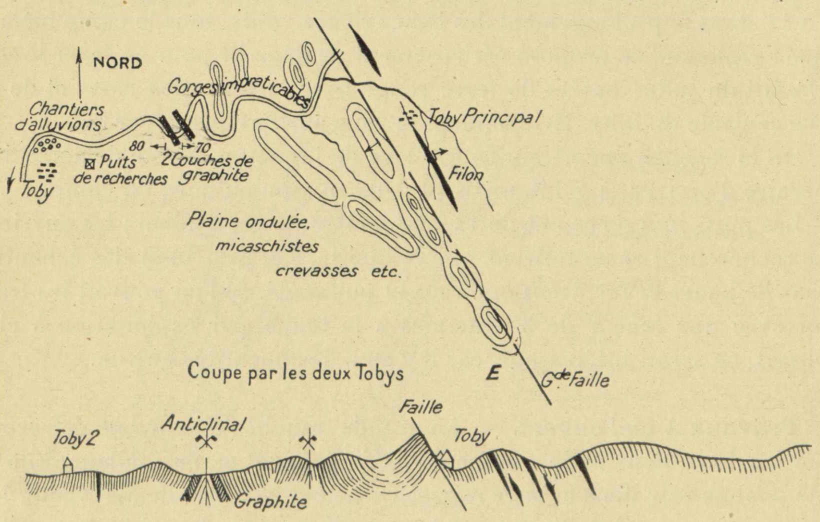


Fig. 29. — Plan et coupe de la faille bordière.

Programme des travaux. — L'exploitant doit, à mon avis, poursuivre un double but : cuber les latérites aurifères pour voir si elles méritent d'êtres exploitées soit à la main, soit à l'hydraulique en empruntant de l'eau sous pression dans le voisinage, ce qui m'a paru possible, quoique assez coûteux. Il faut aller la chercher à 9 kilomètres et construire un grand siphon.

Ensuite, étudier la formation aurifère et sa continuité. C'est facile à faire par deux ou trois travers-bancs assez courts, en profitant des vallées latérales pour entrer dans la formation aurifère perpendiculairement à la direction des strates.

MINES D'OR DU MONT VOHINAMBO

Situation. — A 15 kilomètres au sud-est du village de Sohinahamenina, sur la route de Miarinarivo à Tananarive (kilomètre 37) et à peu près à égale distance au sud-ouest d'Arivonimamo (kilomètre 47, même route).

Le gisement est dans le district de Miarinarivo, capitale de la province de l'Itasy.

La figure 35 donne le levé géologique de l'itinéraire.

Géologie. — Au départ on suit un grand banc de gneiss granitoïde, puis on entre dans les alternances de bancs stratifiés ordinaires, le tout orienté est-ouest avec pendage au nord.

Après le village d'Antanamanjaka, la direction des strates se modifie et les couches se rapprochent de la direction nord-sud. On s'engage alors sur les croupes qui conduisent au toby du Vohinambo. Peu de temps avant qu'on découvre la mine depuis le sommet de la colline qui porte les travaux, apparaissent de nombreux bancs de fer avec travaux indigènes, puis des quartzites qui couronnent la hauteur en question (mont Ampagidramatoa). Par le raccourci que nous prenons nous passons au point culminant de cette montagne.

Historique. — On aperçoit alors la longue ligne des travaux du Vohinambo et le toby en face. Ces travaux sont exécutés sur un banc de quartzite, ou plus exactement sur une couche de quartz mélangé de gneiss et de micaschiste, se trouvant au mur du grand banc de quartzite. Directions nord-nord-est, sud-sud-ouest. Pendage moyen 37° ouest.

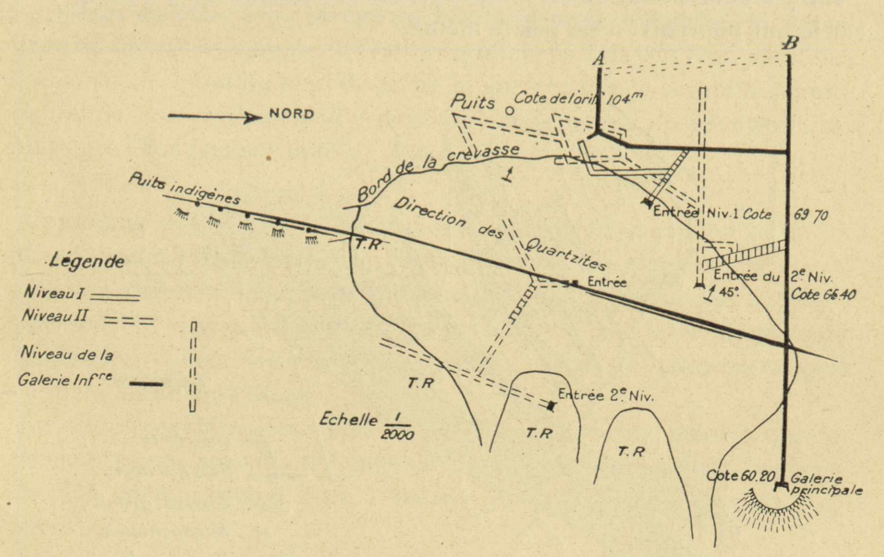


FIG. 30. — Travaux de la mine du Vohinambo.

Ce gîte a été découvert, en 1904, par Talbot père, qui en a tiré environ 70 kilogrammes d'or, en peu de temps. A l'annonce de ce succès, une armée de Hovas s'installa sur le placer et le retourna sens dessus dessous. Les trous pratiqués sur l'affleurement se vendaient à l'encan, on en faisait une spéculation, de sorte qu'il y avait quantité de trous stériles creusés seulement en vue de la vente, qui trompent actuellement, en

faisant croire à une continuité de l'enrichissement sur toute la longueur des fouilles.

La vérité est autre. Le seul point très payant est la grande crevasse d'environ 80 mètres de largeur sur 25 mètres de profondeur maxima dont les indigènes ont tiré et tirent encore de l'or en broyant les quartzites qu'ils extraient.

Il y a un deuxième banc de quartzite parallèle passant presque au sommet du mont Ampagidramatoa. On y voit une série de recherches effectuées, sans succès, par les Malgaches.

Mais ces derniers cherchent autre chose que nous : il leur faut des bancs, mêmes très minces, de quartzite aurifère qu'ils puissent extraire par leurs travaux de rapine à la surface du sol.

Nous, nous cherchons des massifs de roche aurifère, de teneur médiocre, sans intérêt pour les Malgaches, tenant de 12 à 15 grammes à la tonne, pouvant s'abattre soit à ciel ouvert, soit même souterrainement, mais par larges chantiers susceptibles d'alimenter des pilons et des usines de cyanuration.

Il n'y a donc à tenir qu'un compte relatif des indications des indigènes, car le but poursuivi n'est pas le même.

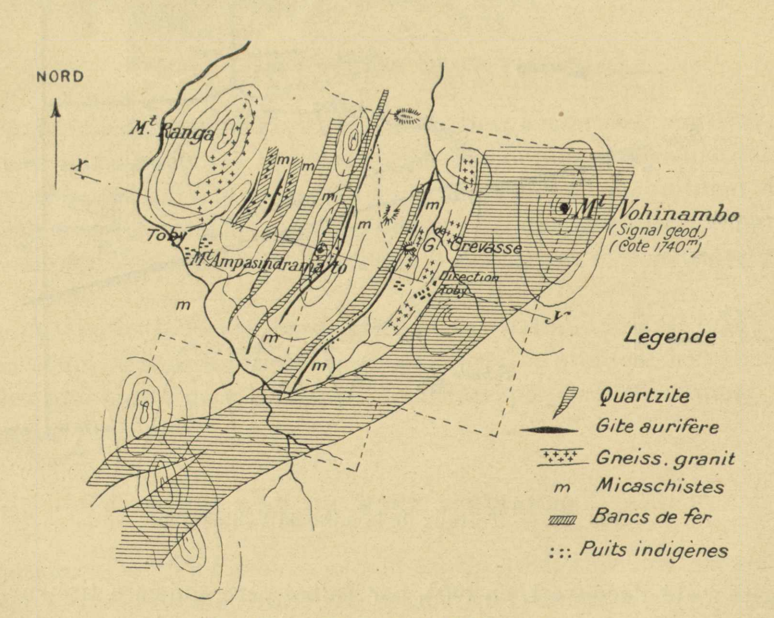


FIG. 31. — Géologie du Vohinambo.

Description des travaux. — Je donne à la figure 30 un plan d'ensemble des travaux à l'échelle de 1/2.000e.

Le plan et la coupe donnés aux figures 30 et 32 définissent le terrain

d'une façon assez complète pour que je n'aie pas besoin d'entrer dans de longs détails. Il est intéressant de rapprocher cette coupe de celles de Tongarivo (page 61) et de Soavinarivo (page 62), granit et pegmatite au contact du gîte aurifère).

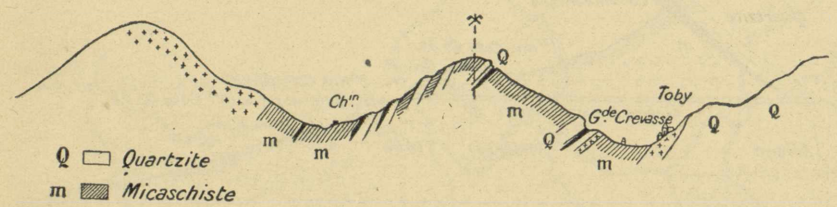


Fig. 32. — Coupe géologique du Vohinambo.

Première période, travaux malgaches. — Les débiais accumulés indiquent clairement la manière dont ont opéré les premiers exploitants et on suit leur ordre chronologique : d'abord, une série de puits suivant le pendage du gîte, avec lavage au lakatany pour emporter la terre, pilage du quartz à domicile, travail irrégulier, parfois très rémunérateur, et, finalement, effondrement de toute la surface minée sur mille points. Impossible non seulement d'y rien voir, mais même de pénétrer sans tout voir s'effondrer sur la tête.

Deuxième période. — C'est à ce moment qu'est entré en ligne un optionnaire qui, pour se rendre compte rapidement, pendant la courte durée de l'option, de ce que le gîte pouvait réellement contenir a attaqué au-dessous de la grande tranchée, un niveau dit : deuxième étage, dans lequel il a erré dans des directions diverses, comme le plan des travaux le prouve surabondamment.

Le simple examen des cotes de ces divers niveaux montre que les optionnaires ont perdu leur temps en travaux exécutés au petit bonheur, sans plan bien arrêté à 4 ou 5 mètres au-dessous des travaux malgaches.

Aussi tout cela s'est effondré rapidement et il ne reste que le souvenir de l'échec qui a déprécié cette mine pour longtemps.

Le seul niveau non effondré, c'est celui dit de la cote 60^{m},20.

D'après le plan coté qu'on m'a soumis, cette cote aurait pour zéro le niveau des rizières attenantes, mais il était visible par la position des lieux qu'il n'y avait malheureusement pas un amont-pendage aussi considérable, disponible.

Un levé rapide effectué dans la matinée du 2 février 1911 m'a prouvé

qu'il n'y avait, au droit de ladite galerie, que 28 m,50 d'amont-pendage disponible, ce qui est bien différent.

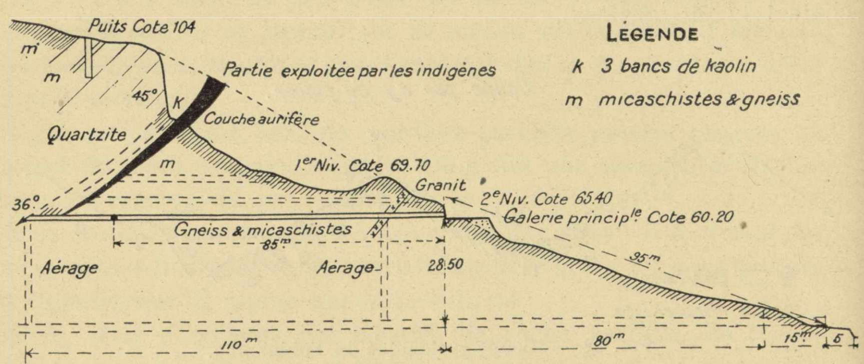


FIG. 34. — Coupe des travaux sous la grande crevasse.

Travaux à exécuter. — Les travaux étaient suspendus à l'époque de ma visite, parce qu'il était impossible de continuer à travailler, à cause du manque d'air dans la galerie en cul-de-sac.

Tous ces niveaux superficiels ne découpent aucun cubage, il faut absolument s'approfondir.

MINES D'OR D'ANTSOLABATO

Itinéraire. — Je me suis rendu sur les lieux en venant du Vohinambo (trois heures de filanzane), ce qui m'a permis de me rendre compte de la géologie de la région et de faire nombre d'observations intéressantes.

Je suis reparti par Arivonimano (trois heures de filanzane), trajet pendant lequel j'ai pu compléter l'étude géologique de la région en traversant sur un autre parcours les formations déjà reconnues par l'itinéraire d'aller.

Géologie. — Voici le résumé de mes observations.

On entre ici dans une région qui a été fortement influencée par les actions éruptives. Cela se traduit par des variations fréquentes dans la direction des couches et dans leur pendage.

Au Vohinambo, les couches aurifères sont à peu près nord-sud (10° est); à Antsolabato, à 15 kilomètres de distance, elles sont est-ouest. Le passage se fait par degrés insensibles, comme si les couches avaient tourné le long du massif granitique qui occupe toute la partie nord de l'itinéraire le long de la route postale. Les terrains feuilletés, micaschistes,

gneiss, schistes amphiboliques, quartzites, etc., ont suivi le mouvement du granit sous-jacent en épousant ses formes.

Dans cette conception tectonique, le plateau granitique du Maharemamo surmonté de sa nappe de basalte et du cône de déjection qui a

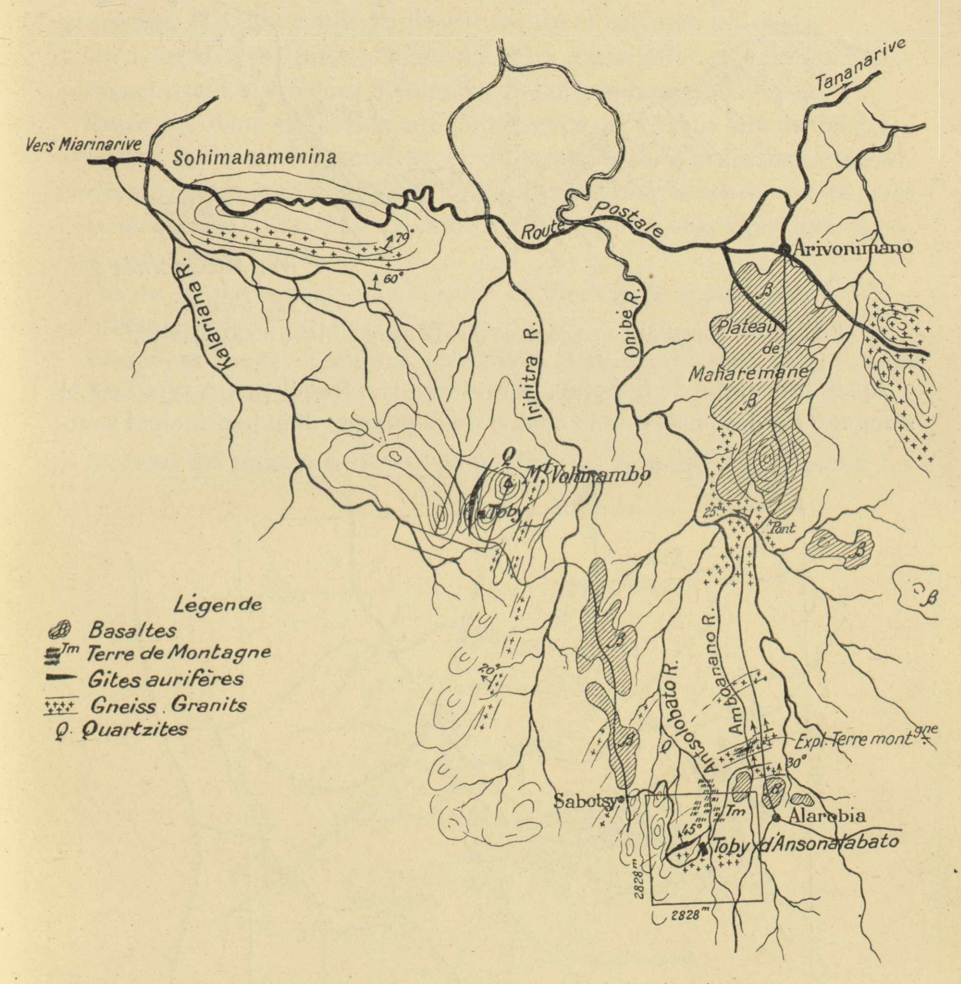


Fig. 35. — Tectonique de la région au sud d'Arivonimano.

épandu ces matières fluides aurait formé, par son bombement, une sorte de formation en éventail séparant les couches en deux. Ce mouvement se prolongerait au sud jusqu'au marché de Sabotsy, formant promontoire.

Nature des couches. — Les terrains sont aussi assez différents des deux côtés de cet axe de soulèvement.

A l'ouest, ce sont les quartzites et les bancs de fer qui dominent.

A l'est, des gneiss et les micaschistes.

J'ai déjà décrit les quartzites à propos du gisement du Vohinambo, je n'y reviendrai donc pas ici.

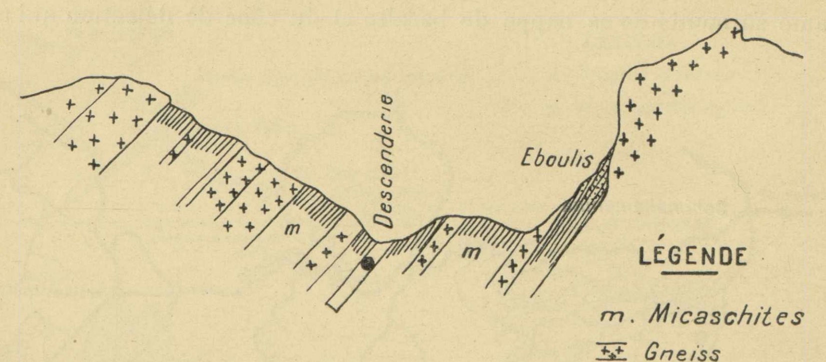


Fig. 36. — Constitution géologique du gisement aurifère d'Antsolabato.

Après le marché de Sobotsy, la route tourne franchement vers l'est et s'engage sur les pentes de la chaîne de montagne dont le principal som-

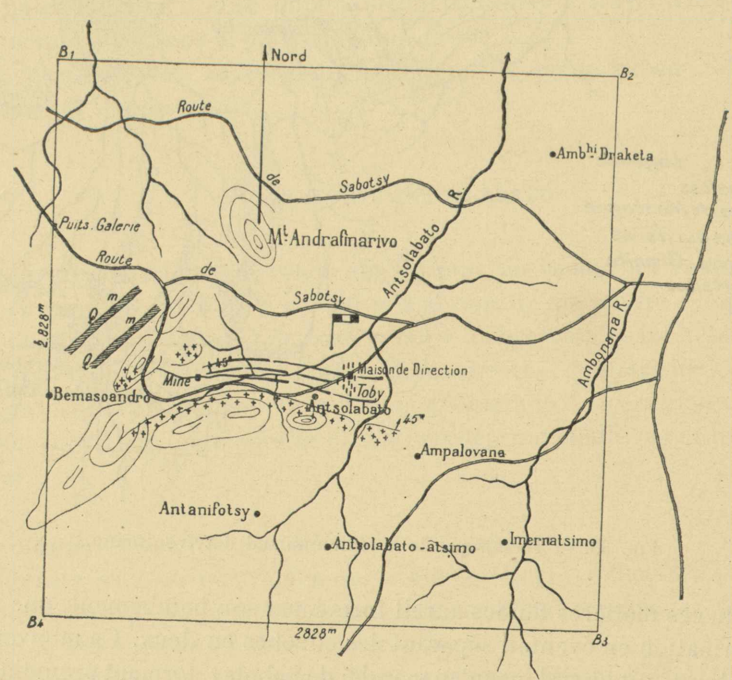


Fig. 37. — Retombe de la mine d'Antsolabato

met est le mont Andrafinarivo. On franchit une succession de bancs alternants de quartzites et de micaschistes séparés par des couches de plus en plus puissantes de gneiss.

Le pendage est toujours à l'ouest, mais la direction s'infléchit nettement vers l'est, la chaîne ayant des sommets franchement nord-est, sud-ouest.

Enfin, aussitôt qu'on a franchi la crête, on voit les travaux du toby (je parle des travaux miniers, bien entendu) adossés à une grande formation gneissique formant saillie au-dessus du sol et orientée est-ouest.

On aperçoit sur l'autre versant un autre grand affleurement de gneiss compact ayant les mêmes éléments comme pendage et direction.

Entre ces deux affleurements l'apparence du terrain fait deviner des alternances de gneiss feuilleté et de ses satellites ordinaires : micaschistes, schistes amphiboliques, etc. Une particularité attire tout de suite l'attention, c'est l'extrême abondance du grenat. Certains gneiss en sont entièrement formés.

Pas de quartzite, mais une infinité de filonets de quartz grenu interstratifiés dans les feuillets des roches.

Parmi ces bancs, signalons, comme au Vohinambo, des granits purs non orientés, dans lesquels on trouve aussi de l'or.

Nature du minerai. — On peut dire, en principe, que toutes les

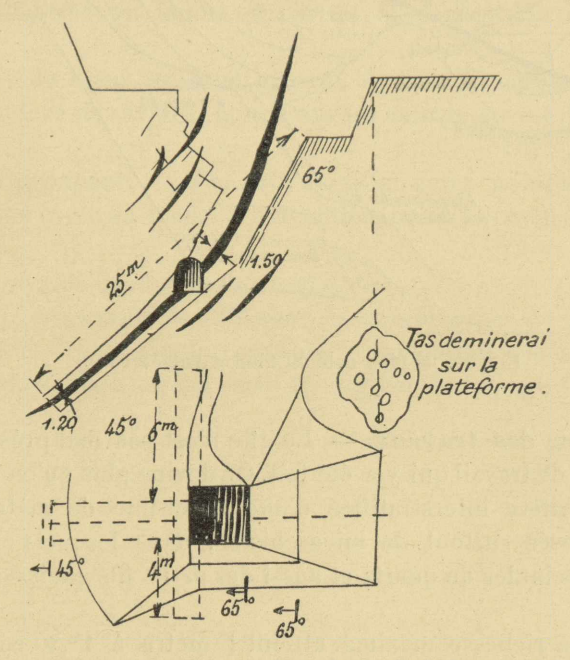


Fig. 38. — Plan et coupe de la descenderie dans le filon.

roches comprises dans les bancs de gneiss que je viens de décrire sont

plus ou moins aurifères. La difficulté est de localiser cette richesse et de prouver qu'on peut trouver des massifs susceptibles d'être exploités avec profit par les procédés modernes de broyage, cyanuration, etc.

Malheureusement, comme je l'explique ci-dessous, il n'a été fait presque aucun travail dans ce but, l'exploitant cherchant à obtenir avant tout de la production.

D'après le plan du terrain que j'ai levé moi-même, il y a 67^{m},78 de différence de niveau entre les alluvions et la bouche de la descenderie. Comme cette dernière a 25 mètres de profondeur, il y a encore 42 mètres d'amont-pendage, sans épuisement artificiel, à découper; c'est déjà deux étages assurés sans épuisement.

Il y a aussi une bonne attaque possible, en travers-bancs, à la cote 50, au confluent des deux fourches (A du plan) (*fig.* 39).

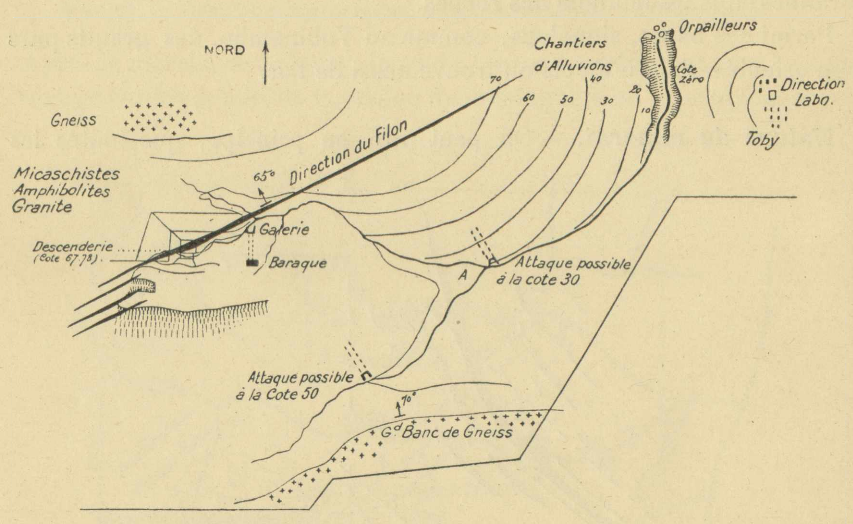


Fig. 39. — Plan coté du filon d'Antsolobato.

Description des travaux. — Le gîte n'est pas mal présenté, étant donné le peu de travail qui y a été fait. On devine plus qu'on ne voit une formation aurifère interstratifiée d'une quinzaine de mètres de puissance, composée surtout de micaschistes, dans lesquels on distingue quantité de veinules de quartz et aussi des petits fils gneissiques et amphiboliques.

La veine de richesse maxima atteint 1 mètre à 1^{m},20 en moyenne. Dans cette veine riche il y a un strate quartzeux à or visible de 0^{m},10 à 0^{m},15 bien exposé dans la descenderie. Voici d'ailleurs le plan et la coupe de ce travail qu'on avait vidé en vue de ma visite, de sorte que j'ai pu

examiner la formation en détail et échantillonner le filon sur plusieurs points (*fig.* 38).

Puissance du filon. — En face des galeries de niveau : 1m,50 ; au fond de la descenderie : 1m,20.

Comme teneur, je m'en suis tenu aux échantillons moyens, pris dans toute l'épaisseur de la couche et sans aucun triage.

Le front de taille, à 25 mètres du jour, m'a donné dans ces conditions à l'essai à Tananarive, des chiffres très satisfaisants.

Je n'ai pas fait analyser les échantillons à or libre qui donneraient des chiffres exagérés ; toutefois, il faut en tenir un certain compte car il y en a beaucoup, et je ne puis les passer sous silence dans mon appréciation d'ensemble.

Conclusions. — Cette mine, tant par sa position centrale, à proximité de Tananarive et des voies de communication commodes pour apporter du matériel, le climat excellent du plateau central, la force motrice abondante à proximité dans l'Onivé, est une de celles qui doivent en première ligne attirer l'attention des capitalistes qui veulent une affaire déjà démontrée, au moins en partie, et susceptible de recevoir des pilons.

Il suffit de créer les deux niveaux de rabais que j'ai déterminés en faisant le levé de surface, pour avoir un cubage en vue.

Autre prospect. — J'ai noté aussi un autre point bien intéressant. C'est sur la route du placer à Arivonimano, à 6 kilomètres environ d'Antsolabato.

On y travaille des terres de montagne.

C'est, je crois pouvoir l'affirmer, la continuation de la zone aurifère de la mine d'Antsolabato car toute la formation *tourne au nord*, ainsi que je l'ai esquissé sur ma carte géologique de la page 77.

III. — GISEMENTS AURIFÈRES DE L'OUEST

Chaîne du Bongo-Lava

Itinéraire. — On se rend dans le Betsiriry depuis Tananarive en prenant d'abord la grand'route du centre jusqu'à Antsirabé (164 kilomètres) et Betafo (32 kilomètres d'Antsirabé). Ce voyage s'opère aisément dans une journée jusqu'à Antsirabé, grâce au service régulier d'automobiles et de là par voiture jusqu'à Betafo. Grâce à l'amabilité de M. le gouverneur général j'ai pu, avec son auto particulière, partir assez tard dans la matinée de la capitale et arriver à cinq heures du soir à Betafo.

De Betafo aux mines de Dabolavo, principal centre aurifère, on compte, par la route en construction trois jours de filanzane (environ 100 kilomètres).

Mines de Dabolavo. — Le camp principal de Dabolavo est placé, dans un creux trop abrité de la brise, très loin des travaux miniers (trois quarts d'heure en filanzane), mais on hésite à le déplacer à cause des arbres, des lilas de Perse, essence qui croît rapidement dans les terrains archéens et qui donne de beaux ombrages et une fraîcheur précieuse.

Géologie. — La géologie de cette région est intéressante. Elle diffère notablement de tout ce que j'ai décrit jusqu'ici. Je ne vois à en rapprocher que les gîtes de la vallée de l'Itéa (voir p. 65). La nouveauté, c'est la présence de très nombreux bancs de cipolins, interstratifiés dans les terrains archéens constitués ici par les alternances suivantes, par ordre de fréquence .

Schistes amphiboliques foncés et lustrés, donnant en surface une latérite rouge sang ;

Gneiss amphiboliques en bancs puissants. C'est le terrain d'élection de l'or. Le feldspath interposé et orienté dans le quartz est du microcline noir. On y trouve de nombreuses veinules de quartz à éclat résineux avec or parfois visible et beaucoup de pyrite de fer;

Bancs de fers alternant avec les amphibolites. Le sommet de la montagne Takodara en est formé.

Bancs de quarzite. — Peu nombreux, peu puissants.

Cipolins. — Surtout fréquents dans le voisinage du camp principal de Dabolavo et au nord de ce toby.

Le marbre qui les forme est à gros cristaux opalescents, d'un joli effet, fréquemment métamorphisé au contact des schistes métamorphiques eux-mêmes. Les cipolins disparaissent souvent, en tout ou en partie, remplacés par des roches vertes — à latérite jaune verdâtre — faciles à reconnaître. Nous avons aussi rencontré ces substitutions aux monts Bity (p. 180) et aux mines de cuivre d'Ambatofanghena (p. 212).

Ici, elles sont d'une fréquence telle que les personnes qui m'accompagnent, dès que je leur ai signalé ce faciès spécial des cipolins métamorphisés, saisissent immédiatement la portée de cette observation, bien qu'elles n'eussent admis jusqu'alors cette manière de voir que par déférence pour moi.

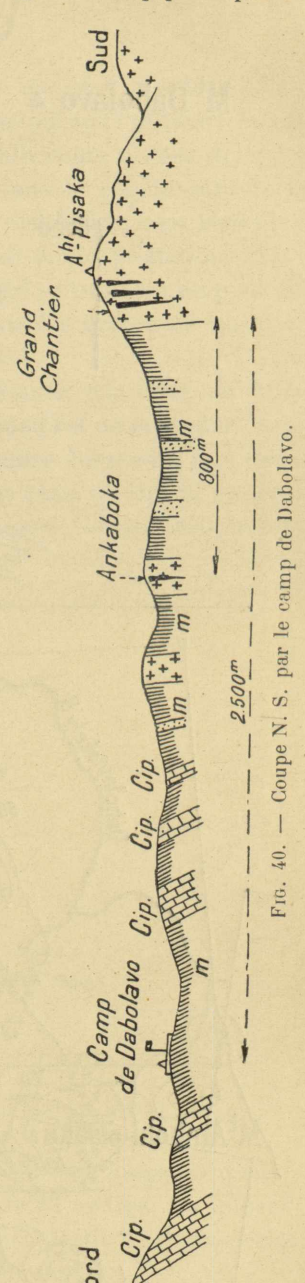


Fig. 40. — Coupe N. S. par le camp de Dabolavo.

Tectonique. — L'ensemble de cette formation a une direction bien marquée, est-ouest, avec pendage au sud.

Ce pendage est nettement croissant au fur et à mesure qu'on se déplace vers le sud. Les cipolins des environs du camp de Dabolavo ont un pendage de 45°. Puis ils passent à 50°, 60° et même plus, et enfin les gneiss qui renferment les principales couches aurifères sont redressés à 80°. Je parle du pendage des bancs, car on verra que les couches ou lentilles aurifères interstratifiées dans les gneiss ont des pendages plus variables.

Tout cet ensemble présente les caractères indiscutables d'un pli en éventail. Il y a donc toute probabilité de retrouver vers le nord la retombée de l'anticlinal que commencent à faire pressentir les cipolins peu inclinés du mont Dabolavo.

Les gisements aurifères d'Antsaily qui font suite à ceux-ci vers l'ouest, ainsi que d'autres exploitations similaires situées entre Dabolavo et Antsaily démontrent d'ailleurs le parallélisme

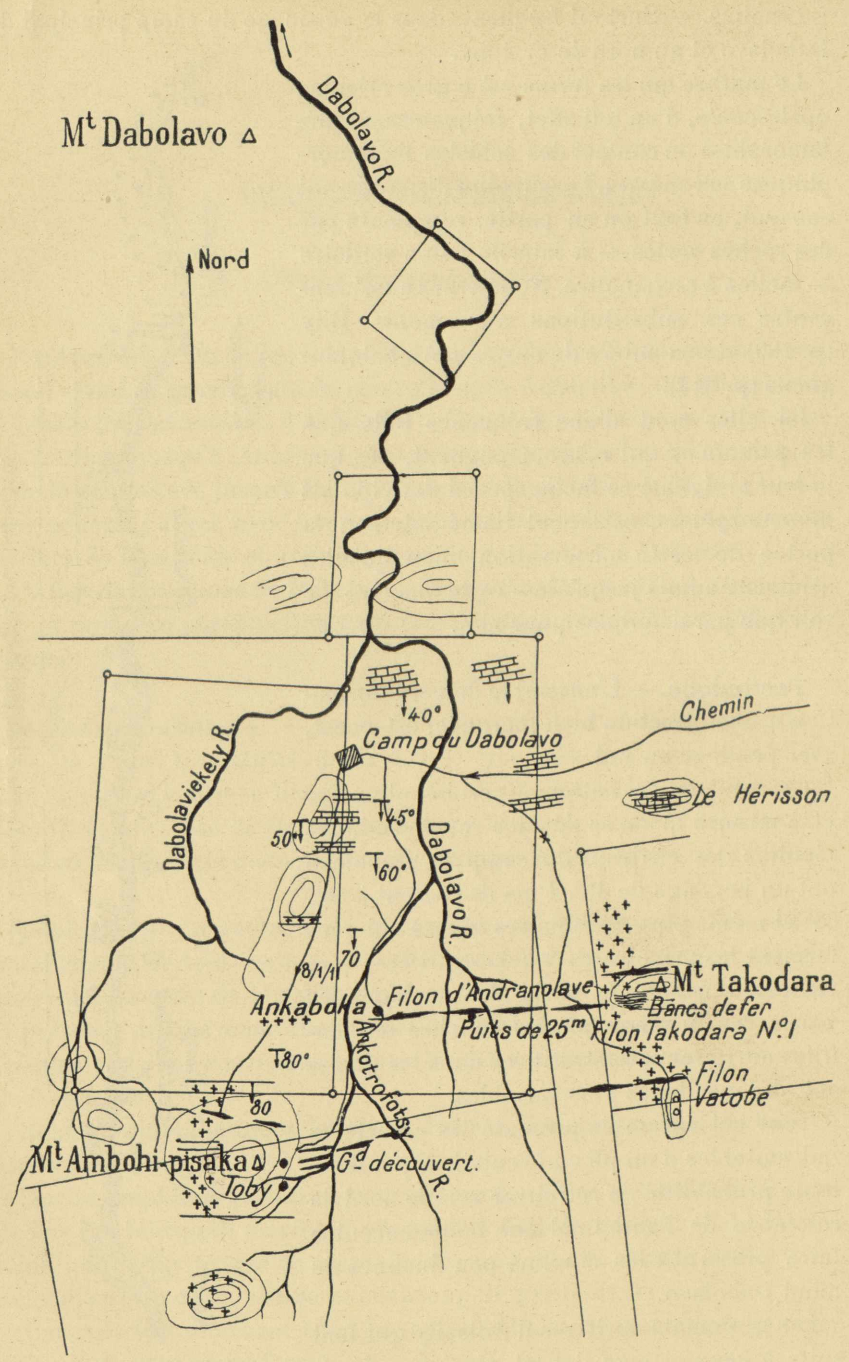


FIG. 41. — Plan d'ensemble des gisements du Dabolavo. Échelle $\frac{1}{200.000^e}$

de la zone des cipolins, plus ou moins métamorphisés, avec les strates aurifères.

Description du gisement. — Les travaux les plus développés se trouvent à 2 kilomètres et demi du camp principal sur l'affluent Ankatrafotsy du Dabolavo. On travaille aussi les alluvions de ces diverses rivières car tous les cours d'eau qui coulent dans la région sont aurifères, mais les gîtes en place, latérite et roche originaire, sont bien plus intéressants à étudier au point de vue de l'avenir de l'exploitation.

Nous nous sommes rendus sur les tobys, qui se trouvent au pied de l'Ambohi Pisaka (flanc oriental) par le chemin des crêtes, ce qui m'a permis de relever la coupe donnée à la page 83.

Après examen d'un travail, en partie abandonné, sur deux ou trois lentilles de quartz (?) aurifère situés sur le flanc est de la chaîne, versant ses eaux dans la Dabolavakely, nous sommes descendus aux deux tobys situés sur le versant opposé, en suivant aussi un travail entièrement abandonné, en plein gneiss, aligné est-ouest, comme toute la formation jusqu'à présent rencontrée.

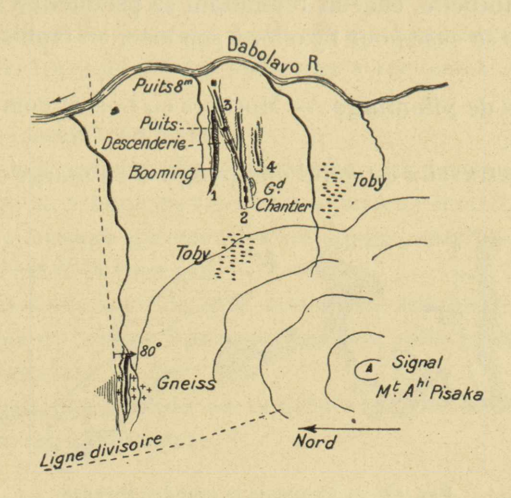


Fig. 42. — Plan d'ensemble des travaux de l'Ambohi Pisaka.

Au-dessous du village se présentent, étagés sur une longueur d'environ 150 mètres avec une différence de hauteur de 25 mètres, les intéressants travaux indigènes, d'où s'extrait la majeure partie de l'or de cette exploitation (en moyenne 2 kilogrammes par semaine).

Voici d'abord le plan d'ensemble de ces curieux travaux indigènes, les plus importants que j'aie vus jusqu'à présent dans la colonie (fig. 42).

(1) est une tête de filon (ou mieux, couche ou lentille) en voie de déca-

pelage par « lakatany » ou *ground sluice*. L'eau manque pour ce travail pendant une grande partie de l'année, aussi les indigènes profitent-ils de toutes les pluies pour entraîner le stérile au moyen d'un *ground sluice* placé dans le fond. Il a plu assez abondamment au moment de ma visite (matinée du 8 janvier), et, bien que ce fût un dimanche et jour de pesée, foire, marché, bal, etc., les indigènes se sont immédiatement attelés à la besogne sous la pluie, délayant les latérites assez épaisses (7 à 8 mètres) qui couvrent tout ce flanc et dont on peut estimer en moyenne la teneur à 2 grammes au mètre cube. C'est parfaitement lavable, avec sérieux profit par les indigènes pour peu qu'ils aient de l'eau à leur disposition pour entraîner les terres. A la batée c'est trop pauvre, à cause du temps qu'il faut pour délayer ces terres grasses.

(2) Le grand chantier : c'est le gîte principal. Qu'on se figure une profonde crevasse en rocher solide, de 15 à 20 mètres de largeur à la surface, se réduisant à 2 mètres et même moins en profondeur, creusée à la dynamite par les indigènes sur une profondeur de 20 à 25 mètres depuis le point le plus haut de la surface.

Dans cette crevasse, plusieurs exploitations isolées, ne se prêtant aucune aide mutuelle, chacun remontant sa production à dos d'homme la portant dans sa case pour l'y piler à son aise, en famille.

Instruments de pilonnage. — Mortiers en bois et comme pilons : des barres à mine.

Le profil des travaux est celui que je figure en marge (*fig*. 42).

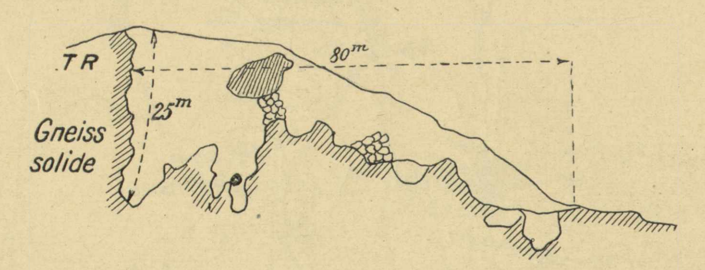


FIG. 42. — Coupe de la grande crevasse.

(3) Gîte analogue, paraissant se réunir avec (2). On y a fait un puits et une descenderie qui est venue aboutir dans le ciel ouvert de (2).

Mais ce n'est pas une raison pour en conclure à l'existence de filons croiseurs, comme plusieurs directeurs locaux l'ont dit et écrit.

La vérité est toute autre.

(4) est une autre crevasse travaillée comme (2), mais moins développée.

Nature du minerai. Teneurs. — En examinant la formation en place et les échantillons que broient les indigènes, on voit que ces derniers sont principalement quartzeux.

Ces passées quartzeuses varient, comme dimensions, de quelques millimètres à plusieurs décimètres et au delà. La lentille exploitée à la carrière (2) a 0^{m},30.

Ces passées quartzeuses sont innombrables dans la masse. En général, les indigènes pilent, en outre de la veine proprement dite, environ 0^{m},30 de roche encaissante de chaque côté. Cela fait environ 1 mètre d'utilisable.

La teneur de cette partie essentiellement riche a été évaluée de façons très diverses.

On a essayé de s'en rendre compte par le vide abattu comparé aux productions déclarées, car on a fait, à la pesée hebdomadaire, une distinction entre l'or alluvionnaire, provenant des lits des rivières et ruisseaux, et l'or filonnien, qui comprend aussi bien l'or des latérites que celui donné par le pilonnage des roches abattues à la dynamite.

C'est d'ailleurs une division basée sur les déclarations des commandeurs au moment de la pesée, et par conséquent tout à fait sujettes à caution.

D'autres procédés d'estimation, basés sur des hypothèses, ont conclu à ce que le minerai travaillé par les indigènes a une teneur de 41 grammes à la tonne.

Ce chiffre me paraît trop élevé.

Mon impression personnelle, appuyée sur les broyages que j'ai vu faire sous mes yeux, est que les meilleurs « passes » quartzeuses rendent, en or libre, au pilonnage grossier des indigènes, environ 30 grammes à la tonne, ce qui est déjà bien joli.

Mais ce serait surestimer le gîte que de lui attribuer une teneur pareille, en acceptant, comme épaisseur réduite, celle actuellement abattue par les indigènes.

On ne tiendrait pas compte de la nature du gîte et de la façon dont je comprends sa mise en valeur.

Teneur de la roche. — J'ai broyé des morceaux de gneiss mis en tas, considérés comme stériles par les indigènes. Ils m'ont donné une belle quantité de pyrites (la roche en est gorgée) au moins 3 à 4 0/0 du poids de la roche. Cette pyrite, traitée successivement par les acides azotique et chlorhydrique, m'a donné un résidu d'or qui, ajouté à l'or libre donné par la batée, a produit le résultat suivant :

Poids de roche broyée au tamis 40	2^{kgs} 800
Poids de l'or retiré (batée et acide réunis)	2^{mmg} 5

soit environ 9 grammes d'or à la tonne de roche encaissante.

Ce résultat est des plus intéressants. Il permet d'envisager l'abatage en carrière avec toutes les simplifications qui en découlent. Je conseille en conséquence aux exploitants de multiplier ces essais et de faire garder les pyrites produites par les laveuses à la batée.

Ce résultat est à rapprocher de ceux qui m'ont été ultérieurement communiqués au sujet d'un puits creusé sur le filon de Takodara n° 1, dans lequel toutes les roches extraites étaient également payantes dans ces teneurs de 10 grammes considérées comme sans valeur (à juste titre) par les Malgaches travaillant dans les conditions actuelles.

Il y a donc là tout un champ d'études ouvert, dans lequel on peut, à très peu de frais, mettre en évidence des cubes à teneurs moyennes, exploitables à ciel ouvert, qui sont de nature à justifier, si ces prévisions se confirment, une installation de pilons avec concentration et traitement des pyrites sans risque de les voir chaumer faute d'aliment.

Force motrice. — Cette considération donne un intérêt immédiat aux études qui ont été faites par les exploitants en vue du captage de la force motrice d'une importante chute de rivière ($60^{m},50$) avec une dérivation de 1.400 mètres seulement, pouvant donner 1.500 chevaux effectifs sur les arbres des turbines. Le transport de force aurait 8 kilomètres de longueur seulement.

Autres affleurements. — Après cette visite aux principaux chantiers, j'ai fait une course sur les tobys de l'est : Takodara n° 1, Vatobé, etc. J'y ai trouvé un développement encore plus grand de gneiss que dans ma coupe générale nord-sud passant par le toby principal de Dabolavo.

Les caractéristiques des gîtes aurifères de cette région sont identiques à celles que j'ai décrites ci-dessus pour l'attaque principale au sud de Dabolavo.

Cette course laisse l'impression qu'il y a ici une très vaste formation de gneiss aurifère dans leur masse, avec passées très riches de quartz, activement exploitées par les indigènes.

Le problème consiste à localiser les parties exploitables à ciel ouvert de cette masse avec des teneurs de 10 à 12 grammes à la tonne. En faisant des traçages par galeries en direction et travers-bancs en croix, on pourrait mettre rapidement en évidence des cubes importants de minerai exploitables dans de bonnes conditions, en s'en tenant pour l'instant aux quantités qui pourraient être exploitées au-dessus du niveau des vallées, par conséquent sans épuisement artificiel.

Méthode d'exploitation. — Je serai bref sur ce sujet. Dabolavo est exploité par des tâcherons indigènes, recrutés et surveillés plus ou moins

par des « commandeurs ». Ces derniers coûtent assez cher aux exploitants. Ils pourraient être, semble-t-il, supprimés, au grand profit des tâcherons indigènes qu'ils pressurent. Malgré ces difficultés, l'exploitation laisse d'importants bénéfices annuels; mais il faut penser à l'avenir, car les carrières les plus productives sont bien près d'atteindre la limite à laquelle l'épuisement, si lent, à bras d'hommes et l'éboulement des parois à pic empêcheront de continuer l'emploi des méthodes actuelles de travail.

Il est évident qu'il y a, en faveur du maintien du système actuel, de puissantes raisons.

Tous les travaux sont aux mains des tâcherons; ils paient tous leurs frais, achètent en magasin leurs explosifs (la dynamite-gomme leur est vendue $0^{f},80$ la cartouche de 100 grammes) et ils reçoivent $1^{f},65$ par gramme d'or apporté le samedi.

Il est vrai qu'on est assez coulant sur les impuretés : quartz, fer oxydulé, pyrite (très abondante). On retient 1 0/0 comme compensation, mais il faut compter 5 à 6 0/0 pour le déchet réel d'un tel or. Les commandeurs qui assistent à la pesée reçoivent 20 centimes par gramme.

GISEMENTS D'ANKARANO

Situation. — A une heure et demie en filanzane au nord-nord-ouest du toby Dabolavo. Le toby s'appelle Andimaka.

Orographie. — Ces gisements sont étagés dans la vallée du Kiranomena, affluent, comme le Dabolavo, auquel il est à peu près parallèle, de la rivière Mahajilo.

On n'exploite encore que l'alluvion, mais des indices certains permettent de prévoir qu'on y mettra bientôt à jour des gneiss aurifères formant le trait d'union entre les gîtes de Dobolavo et ceux d'Antsaily.

Géologie. — En quittant le toby Dabolavo, dans la direction ouest-nord-ouest, on constate que la plupart des bancs de cipolins qui entourent ce toby disparaissent en se transformant en amphibolites.

Il n'y a que les cipolins les plus éloignés au nord de notre route qui conservent assez bien leur apparence ordinaire et leur puissance; par contre ils s'infléchissent notablement vers le nord, formant une grande courbe que dessinent aussi, en l'accentuant, les roches feuilletées qui les accompagnent, ce qui a fait croire à une direction nord-sud de ces roches mais ce n'est qu'un pli local et en réalité, les gîtes aurifères s'alignent au sud des cipolins parallèlement à ces derniers, de sorte que le

plan schématique du pays est celui que je donne en marge (*fig.* 43).

Naturellement ce dispositif d'ensemble est influencé par les nombreux plissements dont ces terrains ont été le théâtre. On conçoit en effet, qu'un phénomène de l'importance de la faille très proche d'ici, qui limite l'archéen sur la plaine secondaire du Betsiriry, faisant disparaître sur plusieurs centaines de kilomètres de longueur les terrains anciens sous le trias, ait entraîné des mouvements orogéniques au sein des terrains placés sur les lèvres de la faille, ce qui est le cas aux mines d'Antsaily, qui se trouvent à peine à quelques kilomètres de la grande descente. Aussi les plis anticlinaux et synclinaux se succèdent sans relâche, entraînant une complication très grande dans l'étude tectonique des couches, aurifères ou non, dont l'allure générale se trouve ainsi fréquemment masquée.

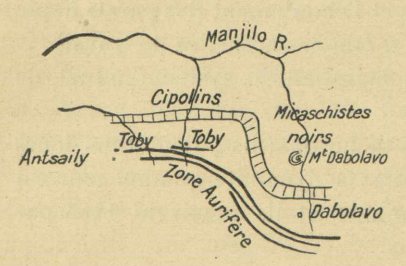


Fig. 43. — Schéma de la formation aurifère entre Dabolavo et Antsaily.

Le pays devient de plus en plus gneissique. Il n'y a plus de bancs de quartzite formant niveau. Par contre il y a des multitudes de petites lentilles de quelques centimètres de puissance qui sont le gîte d'élection de l'or.

J'ai dit déja que les travaux d'exploitation sur le groupe d'Andinaka sont uniquement alluvionnaires.

MINES D'ANTSAILY

Situation. — Ces gisements sont situés à trois heures en filanzane à l'est de Mandrivazo, sur la route de ce poste à Bétafo.

L'exploitation porte sur quatre permis, à savoir :

B 48; B 49; B 92; et B 100.

Production. — Le placer a produit, dans ces dernières années, les quantités suivantes :

ANNÉE	PRODUCTION EN KILOGRAMMES
1906	12.241
1907	48.042
1908	31.399
1909	21.794
1910	16.751
Total	99.227

La figure 44 donne, à l'échelle 1/100.000, la situation respective des permis et la position des principaux points d'attaque.

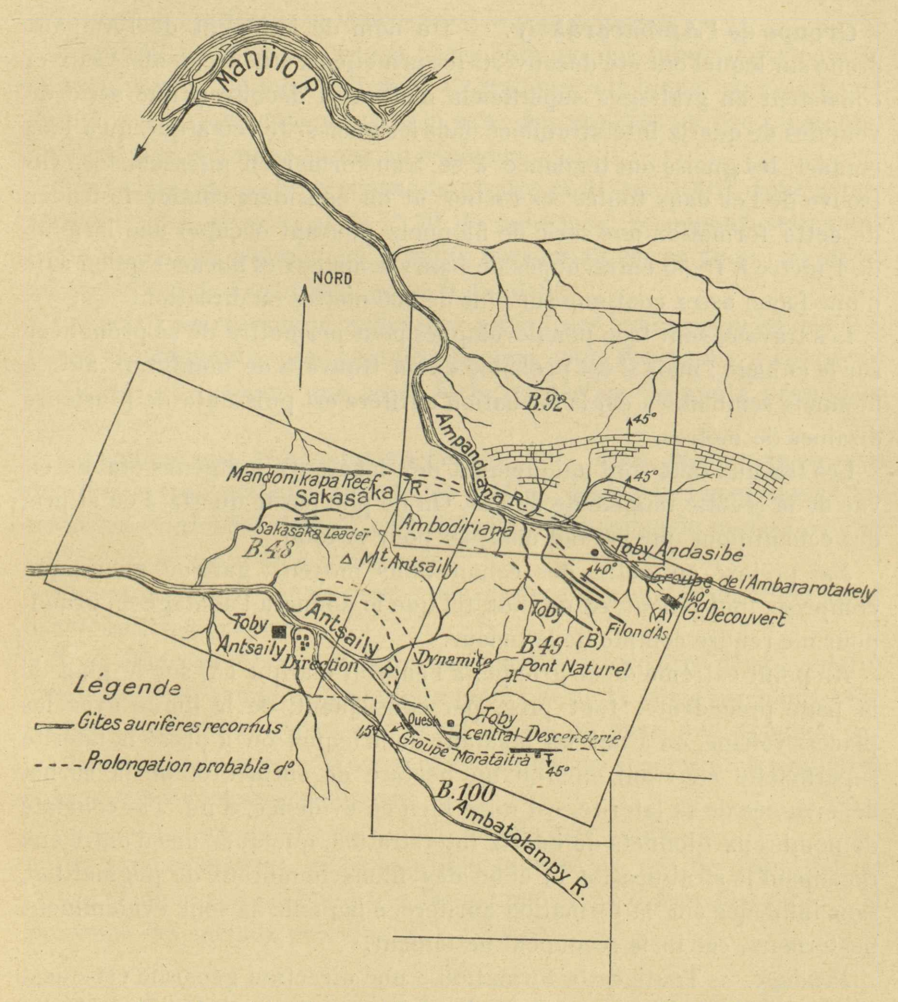


Fig. 44. — Plan d'ensemble des gisements aurifères d'Antsaily.

Géologie. — La caractéristique de cette formation, c'est la disparition presque complète des bancs de quartzites et des bancs d'amphibolites. Le country rock est un gneiss gris, accompagné d'une infinité de petits bancs ou lentilles de quartz contenant de l'or. Le tout est très chargé de pyrite de fer (au moins 4 0/0). Cette pyrite est d'autant plus aurifère qu'elle se trouve dans ou près des filets quartzeux. *A priori* on peut dire que plus ces filets sont nombreux, plus la teneur en or est élevée.

On a reconnu trois groupes, à savoir dans l'ordre où je les ai visités :

Groupe de l'Ambararakely. — Du nom de l'affluent de l'Ampan drano sur lequel ont été découverts les principaux affleurements. Ceux-ci consistent en grattages superficiels mettant à découvert une série de veinules de quartz interstratifiées dans les gneiss. Je remarque qu'à leur contact, les gneiss ont tendance à se transformer en micaschistes. On trouve de l'or dans toutes ces roches, et on considère comme le leader de cette formation une série de filonnets pouvant occuper une largeur de 1 mètre à 1^{m},50 entrecoupés de bancs schisteux et micacés qu'on suit d'une façon assez continue sur plus de 300 mètres en direction.

Les travaux sont trop peu développés pour permettre de se prononcer sur le cubage ; mais il est probable qu'on trouvera de nombreux autres filonnets semblables, car la formation aurifère est puissante de plusieurs dizaines de mètres.

Les travaux faits sont uniquement des lakatanys indigènes établis en vue de la récolte immédiate de l'or. On ne pile pas le quartz. J'en ai pris des échantillons que j'ai fait analyser pour or total.

J'ai prélevé en outre des échantillons moyens, gangue gneissique comprise, tout venant, en un mot, tel que le donnera l'abatage en grand, pour me rendre compte de la teneur.

Au point extrême de ce groupe, à l'endroit marqué (A) sur le plan de la page précédente, tout près, par conséquent, de la limite avec les placers voisins, on a fait un lakatany dans lequel on a passé la latérite superficielle couvrant environ un hectare de surface et où la roche, débarrassée de sa latérite, est mise bien en évidence, à nu. J'ai constaté de nombreux filonnets de quartz interstratifié, quelques-uns d'entre eux recoupant la stratification et enfin des filons nombreux de pegmatites, sans influence sur la formation aurifère, à laquelle ils sont évidemment postérieurs, car ils la recoupent nettement.

Pendage. — Toute cette formation a une direction générale est-ouest et un pendage variable, mais oscillant en moyenne aux environs de 45° *vers le nord.*

Cette observation est importante, car elle permet d'établir la coupe d'ensemble de la formation.

On voit sur l'autre versant (rive droite) de l'Ampandrana, rive qui est haute et escarpée, de grands bancs de cipolins redressés et continus, dirigés aussi est-ouest avec pendage nord. C'est donc une plage nord d'anticlinal, bien certaine.

Teneur. — J'ai fait de nombreuses batées sur les roches du grand découvert et je les ai constamment trouvées aurifères, de 5 à 6 grammes

à la tonne, d'après mon estime. Ceci sans tenir compte des filonnets de quartz que je n'étais pas en état de faire broyer fin.

J'ai traité aussi des gneiss formant le « country-rock » au voisinage de la formation aurifère. J'ai trouvé aussi la même teneur.

Il suffirait, on le voit, de peu de chose pour que des cubes importants de minerai payant (du minerai tenant 10 grammes à la tonne, exploité à ciel ouvert, est payant dans ce pays-ci avec des moulins un peu puissants) puissent être délimités et mis en évidence.

Filon arsenical. — En revenant du groupe ci-dessus décrit, nous avons reconnu un filon vertical de $1^{m},50$ de puissance, recoupant nettement la stratification, laquelle est presque horizontale en ce point, vu qu'on est dans l'axe de l'anticlinal (point B du plan).

Ce quartz ne ressemble nullement à celui des bancs jusqu'ici décrits. Il est calcédonieux, non cristallin comme celui des bancs quartziteux ordinaires et contient une assez forte proportion de pyrite arsenicale (mispickel).

A première vue, je concluais à un vrai filon, mais, après examen plus détaillé, je trouvais, après quelques mètres, des parties gneissiques intercalées, englobées dans la calcédoine, pas de salbande ni d'un côté ni de l'autre, séparant du country-rock.

Un autre filon du même genre, faisant avec le premier un angle aigu, m'a définitivement fixé.

Nous étions sur les craquelures des couches extérieures dans le centre d'un anticlinal, remplies postérieurement par de la silice circulant avec les eaux souterraines, avec mispickel emprunté aussi aux épontes, par le phénomène de *vadose*, si souvent reconnu dans des terrains similaires le long des sommets anticlinaux.

Rien à attendre comme continuité de tels gisements.

J'ai pris cependant un échantillon moyen en vue de l'analyse, la présence du mispickel étant très fréquemment un indice favorable à la présence des métaux précieux. elle a donné :

Or à la tonne de minerai....................	2 grammes
Argent —	20 —

c'est-à-dire une teneur insignifiante.

Groupe de Moratraïta. — Ce groupe est situé tout à fait au sud d permis d'exploitation N° B 49, tandis que le précédent est sur sa limite nord.

On a fait des travaux plus développés, dont voici la nomenclature rapide :

Moratraïta est. — Une descenderie de 10 mètres de profondeur totale a été pratiquée dans une couche de micaschiste gneissique de $1^m,20$ à $1^m,50$ de puissance, intercalée entre deux épontes de gneiss franc, gris foncé, type gneiss aurifère ordinaire de ces pays-ci.

Dans cette couche, apparaissent de nombreux filets quartzeux intercalés, variant de quelques millimètres à plusieurs centimètres. Les filets les plus riches en or sont ceux près du mur du gîte.

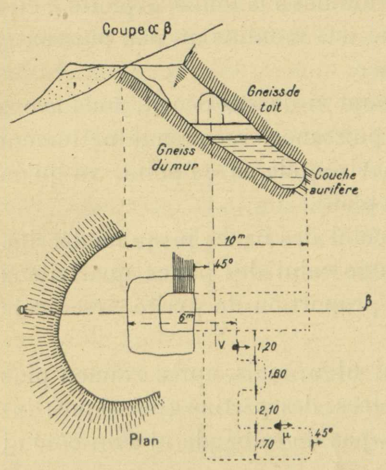


Fig. 45. — Descenderie à Moratraïta.

Le tout est incliné de 45° *vers le sud* avec une direction générale est-ouest.

Je donne en marge le dessin de ce travail qui avait été vidé avec des seaux le matin du jour de ma visite (12 janvier 1911).

J'ai échantillonné, avec le concours de mon collaborateur M. le comte de Laborde, par rainures verticales prenant indistinctement toute l'épaisseur de la veine, aux points μ (puissance $1^m,20$) et ν (épaisseur $1^m,30$).

J'ai pris enfin un échantillon moyen sur les diverses veines quartzeuses de la couche, en en retirant tout ce qui n'était pas quartz, de façon à me rendre compte de la teneur de cette partie éminemment riche de la formation.

J'estime la proportion du quartz dans la puissance totale à 1/5 environ.

Cela correspondrait par conséquent, par une puissance moyenne de $1^m,25$ que j'ai constatée dans cette partie du gisement, à une épaisseur réduite de quartz pur de $0^m,25$.

Les échantillons prélevés portaient les numéros suivants :

NUMÉROS NOUVELLE SÉRIE	PROVENANCE
14	Descend. Moratraïta point μ
15	— — ν
16	— quartz trié.

les essais sur ces minerais ont été très satisfaisants.

Moratraïta central. — Dans la boucle que fait la rivière du même nom, ou rencontre un toby dont les indigènes ont exploité par lakatanys la continuation du gîte reconnu par la descenderie ou tout autre paral-

lèle, car dans l'état actuel des travaux de développement il ne peut pas être donné d'assurance formelle à ce sujet.

Dans la rivière elle-même, il y a des ménages d'indigènes, dans l'eau jusqu'aux épaules, qui lavent et relavent indéfiniment les sables du fond, enrichis après chaque pluie par l'érosion des couches aurifères.

Ces travaux de lakatanys sont dans l'état ordinaire de ce genre de chantier, c'est-à-dire complètement éboulés. On voit seulement que le pendage est notablement plus redressé, ce qui s'explique par le changement de direction des couches qui, dans le cours même du lakatany creusé le long de la boucle qui dessine à cet endroit le cours d'eau, (longueur 150 m. environ). s'incurve vers le nord et devient parallèle à la rivière. D'ailleurs la direction du cours de cette dernière est significative à ce point de vue et permet de tracer l'allure des bancs entre le poste central et la région de l'est.

Ce plissement n'est d'ailleurs que local, et les couches reprennent plus loin leur direction voisine de l'est-ouest, quoique toujours un peu plus au nord que l'ouest franc, comme on le voit en surface sur les montagnes vis-à-vis la maison de direction.

Moratraïtra ouest. — Dans la courbe que je viens de signaler, dessinée par les couches vers le nord-ouest on a fait, sur la rive gauche de la rivière, une attaque de 2 mètres en profondeur, cachée par l'eau et par la vase sur une formation aurifère identique à celle décrite plus haut.

C'est évidemment une autre « passée » que celle de l'établissement central et que celle de la descenderie, ce qui démontre, comme de l'autre côté du permis, au nord, la grande extension de la zone aurifère.

Tout cela, manque évidemment de travaux pour pouvoir présenter des chiffres certains pour ces épaisseurs, mais il est indéniable qu'on trouvera plusieurs de ces passées aurifères aussi bien sur le flanc sud que sur le flanc nord de l'anticlinal d'Antsaily.

Tectonique. — Il ressort clairement, en effet, de ce que je viens d'exposer, que les gisements aurifères compris dans les permis d'Antsaily forment les deux versants d'un anticlinal arasé dans sa partie supérieure. Les débris de cette voûte effondrée ont été lavés et concentrés par les eaux dans les thalwegs actuels, où ils ont été exploités par les indigènes. Cette concentration se continue d'ailleurs de nos jours et permet aux malgaches, après chaque forte pluie, de relaver indéfiniment les mêmes sables aux mêmes endroits des rivières, où la forme du cours d'eau se prête au dépôt de l'or d'entraînement.

Cette notion est importante parce qu'elle permet de compléter les résultats obtenus sur un des flancs par ceux résultant des connaissances acquises sur l'autre.

Elle permet aussi de localiser la direction des recherches futures. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte d'ensemble de la page 91 pour voir que c'est vers l'ouest, dans l'intérieur du permis d'exploitation N° B 48 qu'on doit rechercher la continuation des couches aurifères.

Pour la même raison le prolongement de l'anticlinal vers l'est à travers les concessions limitrophes me paraît devoir donner des résultats intéressants.

Deux coupes en travers, dirigées nord-nord-est sud-sud-ouest, l'une au milieu de permis d'exploitation N° 49 et l'autre à travers le permis N° 48, montrent clairement l'allure des gisements en question.

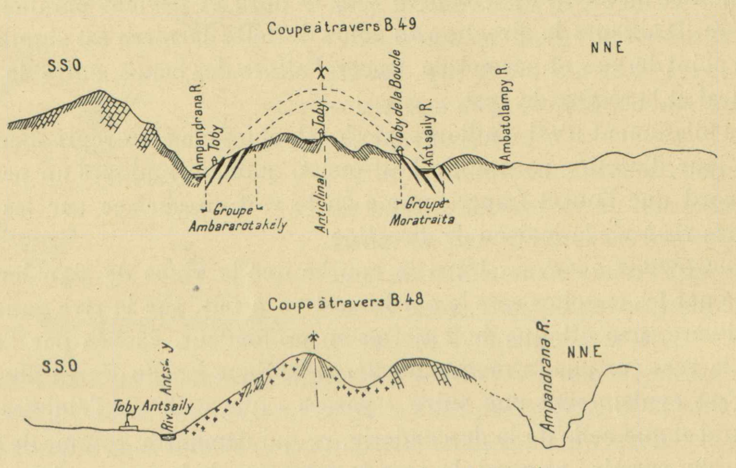


Fig. 46. — Anticlinal aurifère d'Antsaily.

Conclusions. — Je n'ai pas besoin de faire ressortir l'importance de cette démonstration au point de vue du jugement à porter sur les gîtes aurifères de l'ouest de Madagascar. Comme on l'a vu par les nombreux exemples que j'ai cités plûs haut, le grand défaut des affaires aurifères malgaches, c'est leur précarité, due à la discontinuité des formations. Dans toutes les monographies que j'ai établies sur les gisements visités sur le plateau central, c'est cette discontinuité qui a dominé mes appréciations.

Ce n'est que depuis que j'ai visité les mines de l'ouest que j'ai pu établir des relations certaines entre les diverses couches des terrains, grâce non seulement à ce qu'ils sont moins redressés, moins tourmentés, mais surtout grâce à la présence, même disconstinue, des cipolins, précieux repère dans toute la région avoisinant Miandrivazo.

On peut suivre, sur les coupes que j'ai établies depuis Dabolavo, le développement du synclinal qui aboutit ici aux coupes des mines d'Antsaily. En me basant sur les indications précises qu'elles donnent, je

crois pouvoir donner l'assurance que la continuité de la zone aurifère sur les permis d'exploitation N[os] 48 et 49 est un fait certain. Il reste à localiser sur ces deux branches de la même zone, les enrichissements susceptibles de donner lieu à une exploitation rémunératrice. Ce sera l'affaire des travaux de développement : galeries en direction, tranchées et travers-bancs dont le programme dépendra uniquement des sommes qui seront affectées à ces travaux préparatoires. Nombreux en effet sont les points d'attaque permettant, sans épuisement artificiel, de découper déjà des cubes importants.

Forces motrices. — Cette conclusion rend nécessaire l'examen de la question de force hydraulique.

La chute de l'Ampandrano, à sa traversée des bancs calcaires et quartzeux qui limitent au nord la formation aurifère d'Antsaily, donne les éléments suivants :

Débit minimum aux basses eaux de fin de saison sèche	60 lit. par seconde
Hauteur utile de chute	60 mètres
Longueur du captage	1.800 —

C'est à la rencontre de l'Ampandrano avec les cipolins infléchis que se trouve la chute.

Elle est très facile à capter, car elle fait cascade sur un lit de gneiss solide. Si cette force était insuffisante, on pourrait en trouver une beaucoup plus importante sur le Mahajilo (distance 15 kilomètres).

Cailloux roulés. — J'ai eu l'idée de faire piler 3 kilogrammes de cailloux roulés criblés au-dessus de 4 cent, pris dans le lit de l'Antsaily devant la maison de Direction.

Ces cailloux sont presque uniquement formé par du quartz roulé, un peu anguleux.

Lavés par moi à la batée, ils m'ont donné 5 grammes d'or à la tonne.

GISEMENT D'AMPITAMBÉ

Situation. — A 25 kilomètres au nord-nord-est de Miandrivazo, on suit pour s'y rendre depuis ce chef-lieu de secteur la route qui longe le pied du Bongo Lava jusqu'au village de Tsimandrato (13 kilomètres). A partir de là, on s'engage dans la vallée du Tsimandrato, laissant à sa

droite l'Ambohimanarivo (ancien poste optique). Après deux heures et demie de filanzane dans une région bouleversée, on quitte la vallée du Tsimandrato pour descendre dans celle de l'Ampitambé où se trouve le toby de même nom, bien perché sur un plateau élevé et frais (600 mètres d'altitude).

Pour revenir, nous avons suivi un autre chemin; nous avons descendu la vallée de l'Ampitambé, passé au pied du Lazdo et regagné la vallée de la Manandazo pour continuer sur Ankavandra.

Géologie. — Au départ de Miandrivazo, après avoir traversé le Mahajilo, on rencontre une formation étendue de gneiss orientés nord-est-sud-ouest dans leur ensemble et inclinés entre 45 et 60° vers l'ouest. Un banc de cipolins est inséré dans ces gneiss, avec les mêmes éléments comme pendage et direction que ceux ci-dessus énoncés. Le banc apparaît sur le dernier mamelon avant de disparaître sous le trias gréseux qui borde toute la chaîne du Bongo Lava.

Ce trias débute par des schistes argileux et des marnes alternant avec des grès grossiers, formation littorale, puis apparaissent des marnes calcaires en plaquettes se délitant à l'air et alternant avec des marnes bariolées, où le blanc sale et le brun vif sont les tons les plus fréquents.

Je n'y ai pas trouvé de fossiles.

Les gneis avec alternances ordinaires de micaschistes et de roches amphiboliques se continuent sur le côté droit de la route, sans changement notable. Les pendages varient entre le nord-ouest et le nord-est sans failles ni glissements. Avant d'atteindre le village d'Andromay (à 400 mètres au sud), on traverse d'épais filons de basalte dirigés est-ouest recoupant le trias et, bien entendu, l'archéen.

A partir de ce point, les terrains archéens présentent des signes visibles de bouleversement. Les couches sont brisées, discontinues. Un grand banc de diorite, que nous retrouvons plus loin dans la même position, près de débouché dans la plaine, plus au nord de Tsianororo, barre le cours inférieur de tous les ruisseaux et y produit des cascades.

Ce bouleversement des couches se continue sur tout le flanc gauche de la vallée de Tsimandrato. Il m'avait fort mal impressionné au point de vue du jugement à porter sur la continuité en direction du filon à or visible d'Ampitambé.

Gisement filonien. — En arrivant sur la crête, à la descente dans la vallée de l'Ampitambé, où se trouvent les gîtes étudiés, le terrain reprend sa régularité. On suit mieux les bancs de micaschistes amphiboliques, avec lentilles de quartz et intercalation de gneiss à hornblende, semblable à ceux de Dabolavo. Pas de cipolins dans le voisinage.

Travaux. — Les travaux ont porté sur les alluvions et sur les filons. Les alluvions sont celles de la rivière Ampitambé. On exploite aussi un peu sous les berges, bien que le découvert de stérile y soit considérable. (4 à 5 mètres). Aussi cherche-t-on à s'aider de l'eau pendant la saison des pluies pour appliquer le travail au « lakatany ». Toutes ces alluvions sont exploitées par la formule malgache ordinaire : tous les frais à la charge des indigènes, prix du gramme : 1f,85.

Amalgame. — Le prospecteur originaire, qui a vendu ce placer aux exploitants actuels, a dû essayer de travailler au sluice avec du mercure, car les Malgaches qui exploitent le lit de l'Ampitambé trouvent dans leurs batées une assez forte proportion d'amalgame. Ces innocents rejetaient sans hésiter cet « or blanc » (Volamenofotsy), que l'exploitant considérait comme de l'argent et qu'il n'admettait pas dans les pesées.

En le passant quelques instants au-dessus d'une flamme d'alcool, je lui ai montré son erreur.

Le filon-couche aurifère a été reconnu par une tranchée d'environ 12 mètres de long et par un puits de 6 mètres creusé dans ladite tranchée, puits aujourd'hui comblé, qui avait été attaqué, bien entendu, à l'endroit le plus épais de la lentille (1m,50, paraît-il). Elle se coinçait d'ailleurs en profondeur.

Le quartz est carié, rougeâtre et contient beaucoup d'or libre en paquets séparés dans les joints et fentes de la roche. C'est cet or libre qui a fait la réputation de ce placer et, en fait, il est très facile d'y recueillir de très beaux échantillons en peu de temps. Il y en a en quantité dans la rivière au point et où les orpailleurs travaillaient au moment de notre visite.

La lentille en question est réduite, au front de taille actuel de la tranchée, à une fente de 5 à 6 centimètres d'épaisseur. Une batée faite sur le minerai provenant de cette partie amincie, ne m'a donné qu'une teneur insignifiante en or.

Je conseille aux exploitants de ne pas se décourager et de continuer à suivre cette lentille qui, je n'en doute pas, se réouvrira plus loin.

A 300 mètres plus au sud, au bord du chemin reliant le toby aux travaux, on a pratiqué un petits puits de 2m,50 de profondeur sur un affleurement quartzeux de 0m,60 de largeur paraissant vertical, comme la lentille de la tranchée et donnant une teneur assez satisfaisante à la batée.

Cela pourrait parfaitement être le prolongement de la lentille riche. Quelques travaux superficiels intermédiaires sont nécessaires pour éta-

blir ce point, qui serait très important pour donner une preuve certaine de la continuité en direction de la formation aurifère.

Un puits a été pratiqué, à 15 mètres au sud de la tranchée, sur un autre filon aurifère, non suivi jusqu'ici.

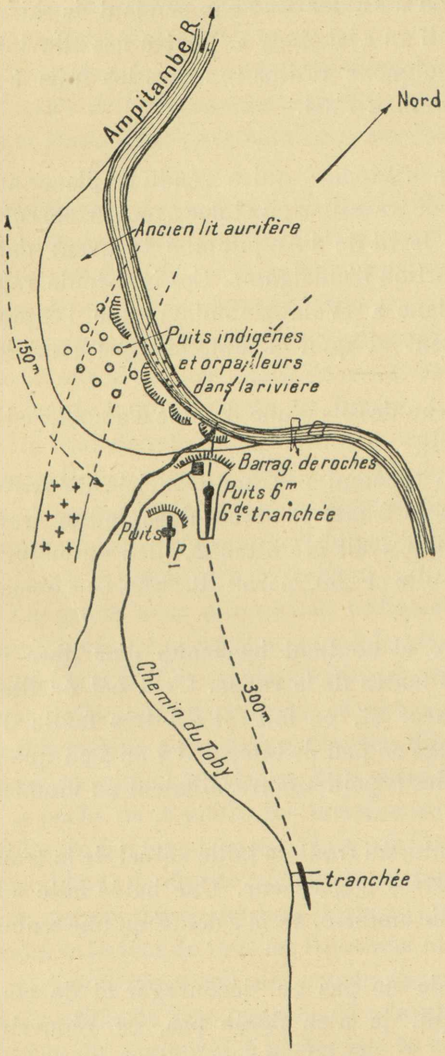


Fig. 47. — Gisement d'Ampitambé.

Ce gisement est intéressant à cause de la richesse vraiment exceptionnelle du quartz donné par la lentille découverte par les travaux ci-dessus décrits.

Cette lentille est connue sur une longueur d'environ 40 mètres, et elle n'est pas disparue à l'avancement de la tranchée. Il n'y a donc qu'à continuer cette attaque et à entrer en galerie dès qu'on atteindra la roche solide, ce qui ne tardera pas.

Je le répète encore une fois, il est capital pour la mise en valeur des gisements aurifères malgaches et pour trouver le capital d'exploitation, de démontrer la *continuité* du gîte. Donc, nécessité de travaux de surface, rapprochés, pour établir cette continuité.

Dans le même ordre d'idées, étudier la formation dans son épaisseur. Il me paraît infiniment probable qu'il y a d'autres lentilles aurifères dans la formation. Déjà le puits P en a reconnu une, il faut persévérer. Un banc puissant de gneiss feldspathique, la même roche qui a un si beau développement aurifère à Dabolavo, a montré une teneur très appréciable d'or à l'analyse. Il faut la tâter sur d'autres points.

GISEMENT DE RAFIATOKANO

Secteur d'Ankavandra. — ***Situation.*** — A 13 kilomètres à l'est d'Ankavandra.

Itinéraire et géologie. — Ankavandra, résidence du chef du secteur, M. le lieutenant Petit, de l'infanterie coloniale, qui nous a considérablement facilité notre voyage en nous accompagnant dans sa région, est bâtie sur les alluvions modernes recouvrant d'un mince manteau les grès et les marnes à plaquettes formant la base du trias, terrain affleurant en sifflet en stratification discordante sur l'archéen.

Ce dernier terrain, formé par des alternances ordinaires de gneiss et de roches feuilletés amphiboliques et micacés, commence à apparaître un peu avant d'arriver au village des gardiens (et, éventuellement, des voleurs) de bœufs d'Amborikiso. A partir de là, on suit la ligne des crêtes séparant la vallée du Rafiatokano de celle d'Ankavandra.

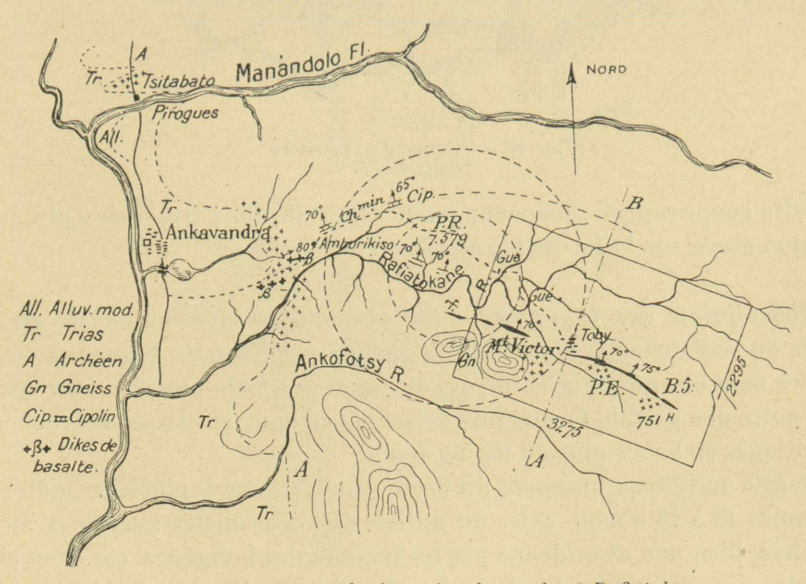


Fig. 48. — Itinéaire géologique d'Ankavandra à Rafiatokano.

Ces crêtes s'élèvent graduellement de 300 à 400 mètres au-dessus de la plaine, c'est-à-dire de 5 ou 600 mètres au-dessus de la mer; celles opposées vers le sud, séparant la vallée du Rafiatokano de celle de l'Ankofotsy, sont beaucoup plus élevées.

Elles sont formées de gneiss, dirigés dans leur ensemble O.-N.O. à

E.-S-E. avec pendage très prononcé (plus de 70°) au nord. Cette formation devient tout à fait est-ouest à la retombée dans le trias, avec des pendages un peu variables, à cause des dykes de basalte β, que croisent la route.

Ces basaltes ont aussi traversé la secondaire. Nous les retrouverons et nous en étudierons la répartition en pleine formation pétrolifère plus au nord, du côté de Folakara.

Cipolins. — Divers bancs de cipolins, presque entièrement transformés en roches amphiboliques claires et zonées, apparaissent au-dessus du village des gardiens de bœufs. Ils épousent aussi la forme et le pendage des roches archéennes dans lesquelles ils figurent, comme je l'ai déjà tant de fois décrit, sous forme de grandes lentilles interstratifiées, de sorte que la coupe d'ensemble nord-sud du terrain, passant par le toby dit de Rafiatokano, est la suivante (*fig.* 49).

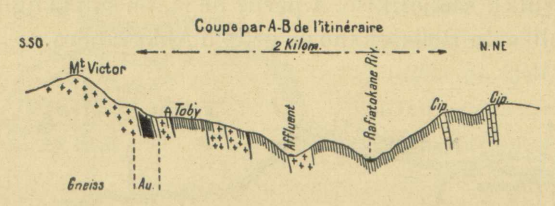


Fig. 49. — Coupe de l'itinéaire.

Cette coupe rappelle beaucoup, on le voit, celle que j'ai donnée à propos de mon étude sur le formation aurifère de Dabolavo.

Description des travaux. — L'exploitant fait laver un peu les alluvions du Rafiatokano, mais les Malgaches préfèrent de beaucoup travailler dans son gîte originaire, qui est un *micaschiste aurifère interstratifié* entre une grande formation gneissique au mur, et au toit, des roches dioritiques en bancs plus ou moins épais.

Le gîte aurifère proprement dit occupe une largeur de plusieurs mètres au moins 12 à 15 à mon avis, au milieu de micaschistes quartzeux fort inclinés, bien mis en évidence par les travaux des indigènes, car ceux-ci, maîtres comme partout du choix des chantiers, ont presque uniquement tapé dans la couche riche qui a $1^{m},20$ à $1^{m},50$ d'épaisseur, avec une veine éminemment riche, avec or visible, tantôt au toit, tantôt au mur, que les Malgaches ont rapiné par des travaux de surface et ensuite par des puits, ainsi que je l'ai déjà tant de fois décrit.

La « crevasse », inséparable de toute exploitation aurifère filonienne travaillée à la malgache, a environ 30 mètres de long. Elle est asséchée

par une tranchée perpendiculaire à la direction du gîte, de 18 mètres de longueur, comme indiqué sur le plan (*fig.* 50).

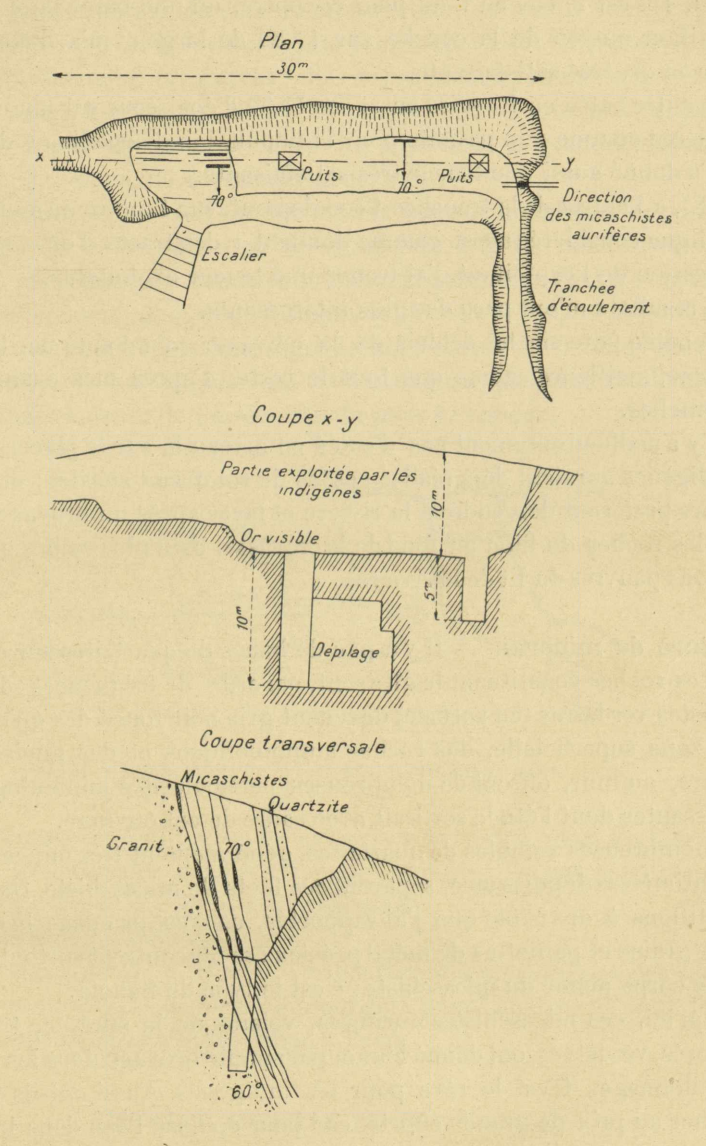


FIG. 50. — Travaux indigènes à Rafiatokano.

Le fond est encroûté par des sables et de la vase, qui ont comblé les deux puits de respectivement 5 à 10 mètres au moyen desquels les indigènes ont enlevé, en temps de saison sèche, tout ce qu'ils ont pu, en fait de micaschistes riches.

Teneur. — Il en résulte qu'il est impossible de toucher la couche riche, sauf aux endroits où elle n'est plus payante aux yeux des Malgaches. Tel est le cas en L du plan ci-contre, où une batée faite sur un échantillon moyen de la couche sur $1^{m},50$ de largeur m'a donné une teneur en or, très satisfaisante.

Une autre batée en L', prise aussi sur $1^{m},50$ d'épaisseur sur une couche considérée comme non payante pour la population d'orpailleurs du placer m'a donné aussi une teneur très satisfaisante.

En L'', à l'entrée de la tranchée d'écoulement, sur 1 mètre de roche amphibolique considérée aussi comme donnant « des traces d'or », suivant l'expression de l'exploitant, j'ai trouvé une teneur exploitable.

Ces résultats m'ont paru des plus intéressants.

Une batée faite sur les déblais de la crevasse m'a donné une teneur analogue, meilleure même que tout le reste, d'après mes évaluations personnelles.

Il n'y a malheureusement pas d'eau à ce niveau là sur le placer, sinon les indigènes auraient déjà réalisé ces tas de soi-disant stériles; mais ces derniers préfèrent descendre à la rivière et laver après un broyage sommaire les roches du filon au fond de la crevasse, bien plus riches que les alluvions pauvres du lit de la rivière,

Nature du minerai. — Il y a peu de bancs de quartzites sur ce placer. Les roches constituant le gîte sont, par ordre de fréquences : des micaschistes verdâtres (en surface) devenant gris noir foncé dès qu'on sort de la zone superficielle, des roches amphiboliques et des gneiss. Ces derniers, au mur, offrent de nombreuses particularités minéralogiques intéressantes dont l'étude sortirait avec cadre de cet ouvrage.

De nombreuses veinules de quartzites, généralement très minces, de 1 à 2 centimètres de puissance, séparent ces filets de micaschiste. Dans les échantillons à or visible que j'ai rapportés, ce n'est pas dans le quartz que les grains et paillettes de métal précieux se rencontrent surtout, c'est dans le corps même du micaschiste; c'est le type de Sahofa.

Jusqu'ici, ces micaschistes aurifères, voisins de la surface, très décomposés, verdâtres, ont donné leur or par simple broyage dans les doigts sans pilonnage. C'est le rêve pour les indigènes. Aussi ont-ils été les chercher au prix de grands efforts, car pour épuiser l'eau dans le puits de 10 mètres, il fallait huit heures de travail et, comme on ne travaillait pas la nuit, c'était chaque jour à recommencer. Finalement, ils ont été obligés d'y renoncer.

Continuité en direction. — Il leur aurait cependant été facile non seulement d'assécher ce puits, mais encore d'affranchir 10 à 12 mètres en

sus dans l'amont-pendage, en pratiquant une galerie en direction dans le ravin suivant.

En en faisant autant du côté du mont Victor, on aurait deux préparations excellentes, car le terrain monte beaucoup. Ce sont là des conditions de fait extrêmement favorables ; elles suppriment au moins pendant une période assez longue au début de l'exploitation toute préoccupation touchant l'épuisement, cause dans ces pays-ci de si grandes dépenses, de pertes de temps, de découragement, etc.

Des travaux superficiels sur 800 mètres environ montrent la parfaite continuité de la formation en direction. Au delà de ces travaux, on aperçoit clairement les couches de micaschistes entre gneiss — ces derniers relativement plus durs formant saillie sur le sol, — se continuer aussi bien dans le sud-est que dans le nord-ouest, sur le flanc nord du mont Victor, où les Anglais ont fait autrefois quelques fouilles, vite abandonnées à cause de l'insécurité du pays à l'époque.

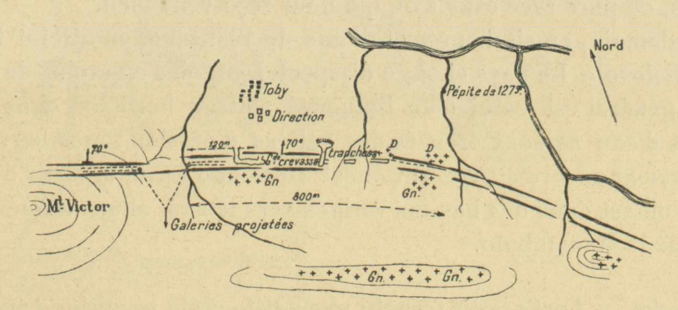


Fig. 51. — Continuité de la formation aurifère de Rafiatokano.

Dans toutes ces fouilles des batées prises au hasard, mais toujours par rainures transversales dans les couches exposées, m'ont constamment donné des teneurs d'or très encourageantes.

Aucune batée n'a été sans or.

J'ai prélevé aussi, à titre de vérification, des échantillons des roches du mur et du toit de la formation aurifère pour l'analyse et pour l'examen pétrographique à mon retour à Paris.

GISEMENT AURIFÈRE DE TSIMBOLOVOLO

Situation. — Au nord-ouest de Tsiroanomandidy sur un affluent du Tsimbolovolo nommé Bemandrefo.

Le Tsimbolovolo est lui-même un affluent de la Bebao, laquelle se jette dans le Manambolo, à 40 kilomètres environ en amont d'Ankavandra.

Itinéraire. — Je me suis rendu sur le placer par une voie peu fréquentée, à travers le Bongo Lava, en venant des pétroles de Folakara. Comme c'est un itinéraire à peu près inconnu et, en tous cas, sans route, j'en ai fait le levé topographique et géologique, qui offre un certain intérêt. Je l'ai reproduit à la figure 53, p. 107, avec les principales particularités du voyage.

Comme durée nous avons mis deux jours pour venir d'Ambodiriano, village situé au pied de Bongo Lava, sur les rives de l'affluent Manambolomaty en bordure de la plaine marécageuse et gréseuse du Betsiriry, jusqu'à Tsimbolovolo, sur un plateau de 850 à 900 mètres de hauteur, ayant un climat rappelant déjà celui de l'Imerina.

Le premier jour (douze heures de filanzane), on va coucher à l'unique village qui offre un abri au voyageur dans ces contrées désertes. On trouve dans toutes les criques des forêts importantes d'essences tropicales. Le gîte d'étape se nomme Ambarakatra. Il est habité par des gardiens de bœufs, de pure race sakalave, qui nous reçoivent bien.

Le lendemain, en six heures et demie de filanzane, on atteint le toby de Tsimbolovolo. Le pays change d'aspect. De moins en moins de forêts, l'aspect général est celui d'un immense plateau herbeux, dans lequel les cours d'eau se sont creusés des vallées d'érosion ; hier les rivières appartenaient encore au versant ouest du Bongo Lava, à partir d'Ambarakatra, on est dans des bassins dirigés vers le sud, allant alimenter de leurs eaux le Manambolo.

Géologie. — Après avoir franchi une petite crête granitique au départ on retombe pendant quelque temps dans un pli, sorte de synclinal triasique comme le montre la coupe ci-dessous.

Coupe EO par Ambodiriano

Village d'Ambodiriano

Grès rouges & blancs — Grès & Marnes — Riv. — Arch. — Tr. — Arch.

Fig. 52. — Lambeau triasique sur le flanc du Bongo Lava.

On commencera alors à attaquer la grande montée d'Ambodiriano à la cime du Tsiabohabitra (1.147 mètres) ; c'est du granit et du gneiss granitoïde à mica noir et à hornblende. Pas de roches feuilletées ni de quartzites. Le pays ne paraît pas aurifère. Cela dure ainsi jusqu'auprès du village d'Ambarakatra, et comme conséquence du changement de composition géologique du sol, l'aspect du pays change : aux sommets granitiques escarpés, montrant partout l'ossature rocheuse, succèdent

de hauts plateaux herbeux avec vallées d'érosion à profil caractéristique :

Nous entrons dans une vaste formation de micaschistes présentant

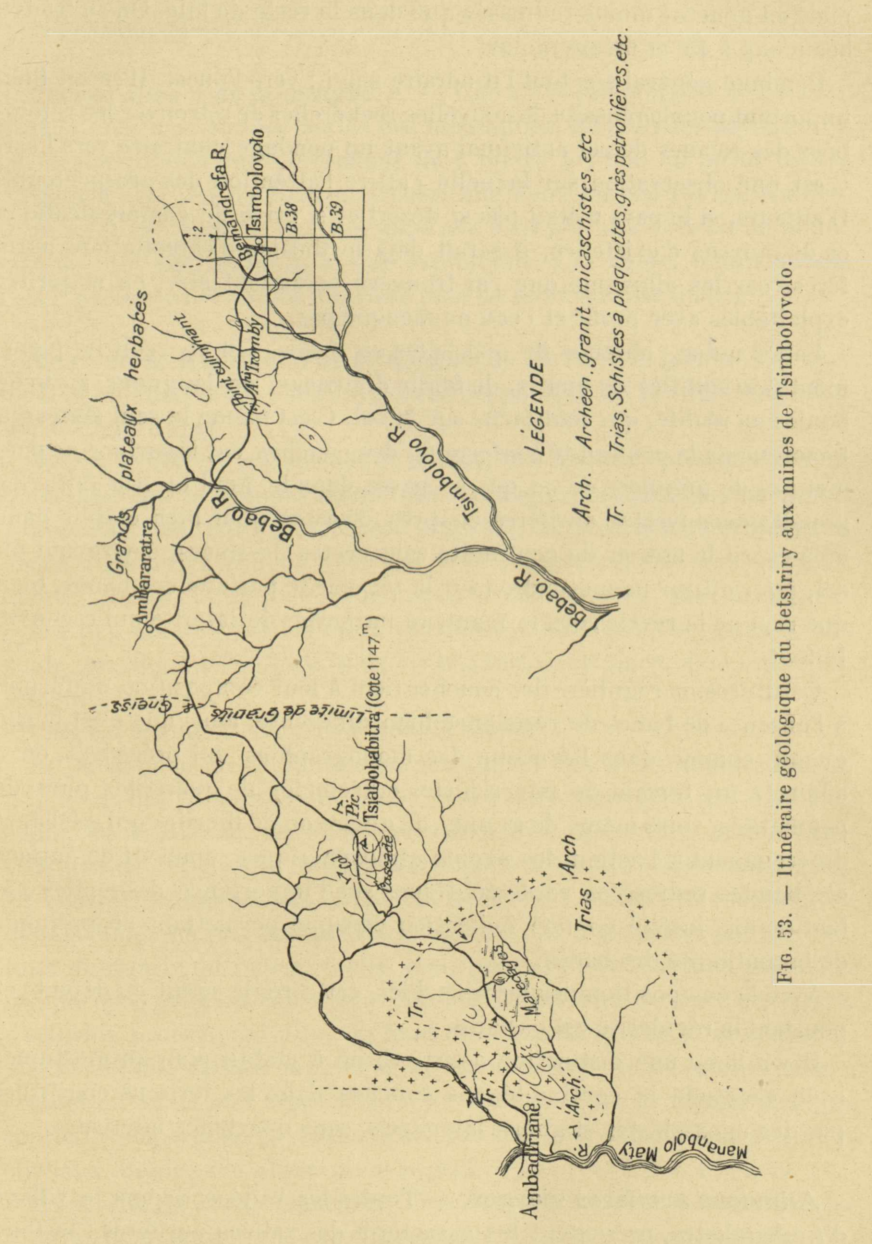


Fig. 53. — Itinéraire géologique du Betsiriry aux mines de Tsimbolovolo.

toutes les variétés. On les distingue à la couleur de leurs latérites :

Les micaschistes amphiboliques donnent une latérite rouge brique ;

Les micaschistes à mica blanc donnent une latérite rose clair ;

Les micaschistes à magnétite donnent une latérite rouge sang.

Tous ces bancs sont dirigés nord-ouest avec des pendages variables mais en général moins redressés que dans le reste de l'île. On en trouve beaucoup à 45° et même moins.

Pendage général sur tout l'itinéraire suivi : vers l'ouest. Il serait bien important pour la réussite de nouvelles recherches de retrouver les retombées des racines de cet anticlinal ayant un pendage contraire vers l'est. C'est une observation sur laquelle j'attire l'attention des prospecteurs. D'ailleurs, si le pays n'était pas si désert et si privé de communications et de moyens d'existence, il serait déjà le théâtre d'exploitations aurifères, car les alluvions que j'ai trouvées paraissent être, en majorité, exploitables avec profit et l'eau ne manque pas.

Fait à noter : absence de quartzites en bancs. On aperçoit fréquemment des lentilles de quartz, de faible dimension en longueur, sorte de boules en réalité, qui font tache sur le sol. C'est même le seul signe qui témoigne de la continuité souterraine des couches, car la surface ne permet pas de préjuger de ce qui se passe dans le fond et il a fallu les grandes découvertes aurifères ci-après décrites pour bien établir dans mon esprit la notion de continuité sans crêtes dessinées, émergeant du sol, pour attirer mon attention sur la régularité parfaite des bancs, bien que rien ne la révèle sous le manteau uniforme de latérite qui recouvre le tout.

Cette érosion régulière des couches tient à leur composition uniforme, à l'absence de bancs de résistance bien différente, ainsi que c'est le cas quand, comme dans beaucoup des monographies qui précèdent, on a affaire à un terrain de micaschistes entremêlés de quartzites purs, de pegmatites, voire même de granits, de gneiss ou de diorites qui, résistant différemment à l'action des agents atmosphériques, donnent en surface ces bandes redressées caractéristiques sur l'importance desquelles j'ai tant de fois insisté comme indication certaine permettant de préjuger de la continuité des bancs.

Avec la composition des terrains d'ici, cette règle serait en défaut, et pourtant la régularité est parfaite.

Il y a donc une distinction assez subtile à établir pour pronostiquer avec certitude la continuité des couches dans les terrains constitués par des micaschistes et gneiss latéritisés, sans quartzites intercalés.

Alluvions aurifères vierges. — Toutes les vallées, depuis le village d'Ambarakatra, présentent les caractères des vallées aurifères : le fond des ruisseaux et rivières est constitué par des alluvions uniquement quartzeuses. Ce quartz, — de quartzites, — est à petits éléments preuve de son origine : multitude de petites lentilles minces dans le micaschiste.

Or nous savons que c'est là le gîte de prédilection de l'or dans la colonie. En fait, je le répète, la majeure partie de ces alluvions est aurifère, quoique non exploitées.

Terres dites « de montagne ». — Une autre particularité à noter ici, c'est la présence, sur les pentes des montagnes, de latérites payantes en surface et jusqu'à une profondeur de 1 mètre à $1^{m},50$ où on la trouve mélangée avec des cailloux quartzeux anguleux ou peu roulés. Au-dessous, c'est encore de la latérite, *mais elle n'est plus aurifère* ou du moins elle ne l'est pas de façon à être exploitable à la batée, tandis qu'elle l'était au-dessus et elle ne contient plus de morceaux de quartz.

Analyse de leur mode de formation. — Ce fait s'explique très aisément si on analyse les conditions dans lesquelles s'est produit l'enrichissement latéritique.

Tout d'abord l'accroissement de teneur, très marqué, qui s'observe fréquemment sur le sommet même des montagnes latéritiques, au placer Ambohitsivalano par exemple (voir page 69), est purement d'ordre mécanique : les terres rouges, bien que très compactes, très savonneuses, durcies par la circulation des hommes et des animaux, sont néanmoins peu à peu enlevée par les eaux pluviales, tandis que l'or, grâce à son poids spécifique très élevé (plus de 19), reste sur place, d'où, enrichissement « in situ ».

Ceci est connu et compris de tout le monde.

Le phénomène se complique un peu sur les flancs des montagnes ; là, il y a eu des *transports éluviaux*, c'est-à-dire transport des éléments finaux de la latérite, du quartz en particulier, qui reste comme *caput mortuum* de cette lente destruction superficielle des roches anciennes. Le quartz s'accumule vers le bas des pentes et y forme des couches, des dépôts étalés un peu inclinées sur l'horizontale constituées par des cailloux de quartz un peu arrondis, mais pourtant pas beaucoup roulés, ce qui permet, pour un œil exercé, de les différencier de suite des quartz d'alluvion proprement dite, du fond des rivières, qui sont, eux, absolument arrondis, classés par grosseur, accompagnés de sables de surface, présentant en un mot tous les caractères d'une action prolongée des eaux courantes superficielles, tous caractères qui font défaut dans ces gîtes éluviaux. Seule, une observation superficielle prête à la confusion.

Il est utile, je crois, d'analyser d'une façon détaillée ce phénomène des « terres de montagnes », car elles sont déjà l'objet d'une exploitation très active de la part des prospecteurs de la colonie, sans qu'ils se soient rendu compte d'une façon bien nette du mode de formation de ces gîtes et, par conséquent, de la manière dont on doit les attaquer pour les

exploiter sans les gaspiller et sans faire de travaux inutiles au stérile.

Définissons d'abord les gîtes éluviaux que les prospecteurs guyanais nomment aussi terres de montagne, qualificatif imagé, qui a l'avantage de faire comprendre de suite à la fois et l'endroit où on les trouve et la nature de ces gisements spéciaux.

On nomme en général *gîtes éluviaux*, en opposition avec *gîtes alluvionnaires*, ceux qui sont le résidu de l'action des agents atmosphériques, action chimique autant que physique, sur les roches aurifères formant l'ossature du terrain, mais *sans action mécanique de l'eau*. On distingue par conséquent facilement les gîtes éluviaux des alluvions proprement dites, par ce fait que ces dernières sont principalement formées par des *cailloux roulés*, témoins indiscutables de l'action mécanique d'entraînement par l'eau, alors que les autres sont constitués principalement par de la terre rouge, décomposition latéritique des roches sous-jacentes, contenant aussi des quartz, provenant, eux aussi, de la désagrégation de ces mêmes terrains, mais des *quartz non roulés*, *anguleux*, diffèrent essentiellement, par conséquent, des quartz alluvionnaires.

On peut constater l'existence de ces gîtes éluviaux sur un très grand nombre de points, et un premier fait se dégage de leur étude, c'est que les terres de montagne riches en or *ne montent pas très haut* sur le flanc des collines au-dessus des alluvions aurifères.

Autrement dit, les exploitants se bornent en général à exploiter ces terres de montagne sur 15 ou 20 mètres de hauteur au-dessus de la vallée. Au delà, on trouve bien encore de la terre rouge, mais elle ne contient plus de quartz aurifères, ni même de paillettes d'or dans son sein. C'est évidemment une autre matière correspondant à un autre mode de décomposition auquel les exploitants ont passé par degrés insensibles et sans s'en rendre réellement compte. L'appauvrissement du rendement est pour eux une surprise aussi désagréable qu'inattendue. Elle leur paraît, en outre, tout à fait inexplicable.

La mine de Tsimbolovolo se prête particulièrement bien à l'étude et à la constatation de la teneur des gîtes éluviaux, aussi ai-je pensé que c'était ici le moment d'en faire un examen approfondi. Voici tout d'abord (*fig.* 54) une coupe transversale du terrain. Ce n'est pas un croquis; c'est un levé topographique exact de l'état actuel des chantiers, tel que je l'ai relevé moi-même et sur lequel les phénomènes éluviaux sont visibles d'une manière frappante, par suite des travaux très développés d'exploitation qui y ont été effectués par M. l'ingénieur J. Dreyfus.

Un autre exemple très concluant de ce mode de formation peut se voir dans le groupe minier d'Andravora-Ambakaoana dans le bassin de la Saka.

La coupe représentée à la figure 55, que j'emprunte à un travail rédigé par M. l'ingénieur Bonnefond, est, comme on le voit, identique à celle

que j'ai donnée pour Tsimbolovolo, bien que ces deux gisements soient éloignés de plusieurs centaines de kilomètres et que les coupes aient été levées, par deux personnes complètement indépendantes, à des époques et dans des districts miniers différents. Il est évident que de telles iden-

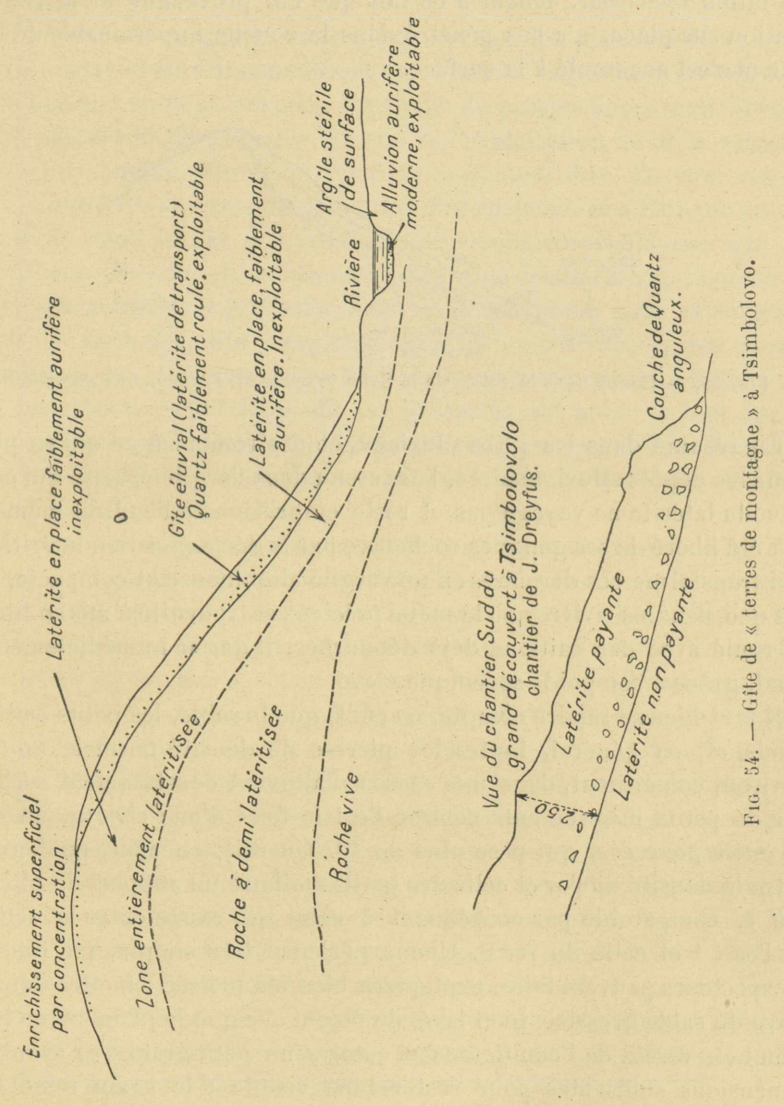


Fig. 54. — Gîte de « terres de montagne » à Tsimbolovolo.

tités indiquent une cause unique. Cet enrichissement à la base s'explique en effet très simplement quand on réfléchit à ce fait que, dans les gîtes éluviaux, l'or provient de la décomposition des roches qui ont roulé au pied des collines où elles se sont transformées en latérite, le quartz contenu et non roulé restant emprisonné dans cette dernière, tandis que, sur

le flanc même des montagnes, la couche, beaucoup moins épaisse, de matières entraînées par la gravité, ne donne pas lieu à un enrichissement bien sensible.

Enfin, sur les plateaux, on constatera un enrichissement superficie de faible épaisseur, tenant à ce fait que l'or provenant de la concentration sur place, n'a pas pénétré dans la couche imperméable de latérite et s'est accumulé à la surface.

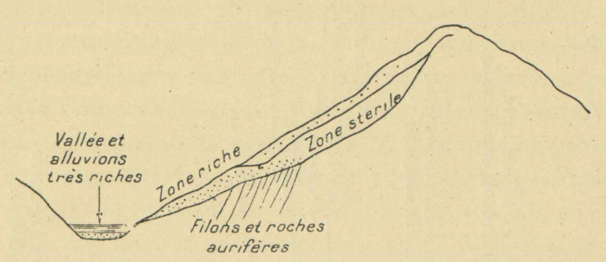


Fig. 55. — Coupe dans la vallée de la Saka (d'après M. l'ingénieur Bonnefond).

En résumé dans les gîtes éluviaux, contrairement à ce qui se passe dans les dépôts alluvionnaires, l'or retenu dans l'argile épaisse qui constitue la latérite ne voyage pas et reste emprisonné à l'endroit même où il a été libéré de ses gangues rocheuses par la décomposition latéritique, qui transforme ces dernières en une argile alumineuse et compacte, tandis que, dans les rivières où le métal précieux se trouve déjà mis en liberté et roulé avec des cailloux déjà débourbés, il gagne immédiatement le fond, grâce à son poids spécifique élevé.

Il faut bien se rendre compte, en effet, que le sable, les petits cailloux ronds, et, en général, toutes les pierres de densité normale, soit 2,5 environ, constituent, dans une masse d'alluvion constamment secouée par de petits mouvements comme l'est le fond d'une rivière, un *vide véritable pour l'or*, qui pèse plus de 19. On voit, en effet, qu'il existe entre la densité de l'or et celle des petits cailloux un rapport de plus de 8 à 1, comparable par conséquent à celui qui existe entre la densité de l'eau 1 et celle du fer 8. Une expérience très simple, que tous les prospecteurs peuvent faire, expliquera bien ma pensée : mettez dans un verre du sable grossier, bien lavé, de façon à ce que le phénomène reste bien net, versez de l'eau dessus et jetez-y un petit grain d'or ayant des dimensions suffisantes pour rester bien visible : le grain reste tout d'abord à la surface, mais il coule aussitôt qu'on donne sur le verre quelques légers chocs avec le doigt, et il gagne le fond où on l'aperçoit en soulevant le verre. C'est ce phénomène qui produit l'enrichissement bien connu des alluvions sur le bed-rock. Les mouvements sismiques, qui sont pour ainsi dire constants sans que nous nous en aper-

cevions à cause de leur petitesse, mais que tous les sismographes enregistrent fidèlement heure par heure, s'ajoutant aux mouvements produits par le choc de l'eau sur les cailloux et sur les parois des rivières, suffisent pour assurer la descente rapide de l'or sur le fond des alluvions.

Il résulte de ce que je viens d'exposer que les gîtes aurifères appartenant au type éluvial constituent une branche importante de l'exploitation aurifère où peut s'exercer l'activité du prospecteur averti. Il est en effet plus facile de préparer, en vue de l'exploitation ou de la vente, un gîte éluvial qu'une alluvion moderne proprement dite. En effet ces matières aurifères se trouvant pour ainsi dire suspendues à flanc de coteau, rentrent dans le cas des terrasses alluvionnaires anciennes qui surplombent, par suite du creusement incessant des thalwegs, le niveau de la rivière actuelle. Il est facile, dans les unes comme dans les autres, de faire une série de puits complètement à sec — par conséquent dans les conditions les plus faciles — de laver soigneusement à la batée ou au berceau les terres retirées de ces prospects, de noter le tout sur des plans établis avec soin et de déterminer ainsi exactement non seulement le cube exploitable, mais aussi sa teneur réelle, qu'il est ensuite facile aux acheteurs de contrôler.

J'insiste constamment, comme on le voit, sur la nécessité de faire des cubages, d'en dresser des plans détaillés, de procéder à de nombreux essais pour déterminer exactement la teneur des alluvions ; c'est en effet la seule manière de donner à un placer une valeur réelle, en mettant l'acheteur en confiance, si l'on a la vente comme but, et d'assurer l'avenir de son exploitation si on entend, au contraire, exploiter pour son propre compte. Dans l'un et l'autre cas, les règles que je viens d'indiquer sont absolument indispensables pour assurer la sécurité du lendemain, et je ne saurais trop recommander aux prospecteurs de ne pas se laisser aller, comme c'est malheureusement trop souvent le cas, à leur penchant naturel, qui est de réaliser le plus tôt possible des quantités d'or mis en évidence, ce qui rend impossibles toutes négociations fructueuses de leurs terrains. Cette manière d'opérer les amène à vivre au jour le jour, à la merci d'un de ces accidents si fréquents dans l'exploitation des mines, consistant en un arrêt brusque de l'enrichissement sans avoir d'autres chantiers préparés pour y porter les hommes, en attendant que l'état normal se rétablisse dans le chantier principal.

Au point de vue fiscal, les gîtes éluviaux, bien qu'exploitables à ciel ouvert et par les méthodes s'appliquant aussi aux alluvions aurifères proprement dites, devraient, si l'on appliquait la lettre du décret, être classés parmi les filons ou amas, et payer par conséquent une forte redevance superficielle applicable à ce dernier genre d'exploitation. Il me paraît

indéniable, en effet, que l'application stricte du décret de 1907 ferait tomber ces exploitations de terres de montagne dans la catégorie des filons. Heureusement que l'Administration de la colonie a compris que ce serait porter un coup fatal aux petits prospecteurs que d'interpréter ainsi la classification légale et, en fait, on tend de plus en plus à considérer comme terrains alluvionnaires, et par conséquent comme soumis à la réglementation et à la taxe superficielle des alluvions tous les gîtes aurifères quelle que soit leur origine, *à condition qu'ilssoient exploités à ciel ouvert.*

C'est ainsi que les très nombreuses exploitations qui travaillent par les procédés indigènes les têtes de filon sont invariablement considérées par le service des Mines comme appartenant au type alluvionnaire, ce en quoi, à mon avis, il a parfaitement raison. Il serait seulement désirable que le texte du prochain décret régularise cette classification de bon sens, que la bienveillance du service des mines applique en ce moment aux exploitants de la colonie.

J'ai tenu à entrer dans des explications complètes au sujet de ces « terres de montagne », parce que c'est un phénomène encore très peu connu de nos prospecteurs et sur lequel il convient d'attirer leur attention, car il est très fréquent, surtout dans les régions que je décris en ce moment, et il peut donner lieu à de fructueuses opérations placériennes, si surtout on peut amener de l'eau en tête de ces formations.

On peut alors « passer » ces alluvions éluviales, au sluice, en bois ou en terre (*ground sluice*), en rejetant les stériles en dessous, à la rivière, et réaliser l'or qu'elles contiennent, presque sans frais de premier établissement autres que ceux d'adduction de l'eau, travail dans lequel les Malgaches sont passés maîtres.

Description du gisement de Tsimbolovolo. — Le gisement se trouve à cheval sur deux concessions appartenant à deux propriétaires différents. La raison de cette division a pour origine une indiscrétion et la diligence, peu délicate, d'un prospecteur concurrent, dont le « raid » est resté fameux dans les annales des temps héroïques de l'exploitation aurifère à Madagascar. Géologiquement parlant, le gîte est constitué par un grand « banc de fer », sorte de micaschiste quartzeux et ferrugineux de 30 mètres au moins de puissance, incliné (chiffre mesuré) de 26° sur l'horizontale. Direction : nord-ouest presque exactement (quelques degrés vers l'est); pendage à l'ouest.

Dans ces bancs de fer, il y plusieurs couches aurifères, constituées par des petits filets quartzeux entre lesquels l'or est lui-même interstratifié. J'en ai rapporté une série d'échantillons déposés à l'école des Mines de Paris, tout à fait typiques à ce point de vue. J'y renvoie pour descrip-

tion détaillée. Ils sont d'ailleurs absolument semblables aux types recueillis aux placers de l'Itéa (p. 65).

Dans l'exploitation qui possède la partie nord du gisement, la couche par laquelle on a débuté se trouve tout à fait au sommet du mammelon

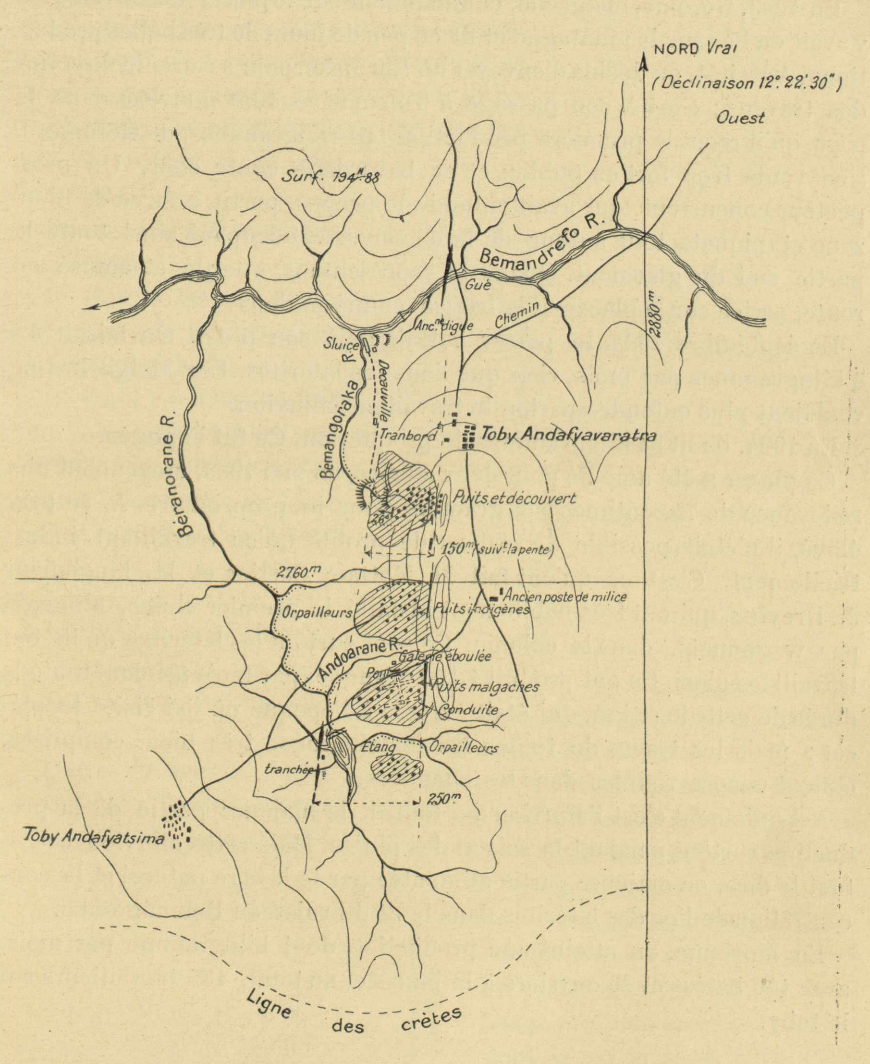


Fig. 56. — Plan d'ensemble des gisements aurifères de Tsimbolovolo.

orienté aussi nord-sud, sur lequel ont commencé les travaux. Déjà, du temps de la Reine, les indigènes exploitaient, mais dans le ruisseau de Bemangoraka seulement, pas dans la latérite, et, *a fortiori*, pas dans la roche. Ils travaillaient pour le compte du Fanjakana (Administration).

Historique. — La première exploitation par les Européens a débuté en 1899. Elle était à ce moment dirigée par un prospecteur qui ne pensait encore qu'à l'alluvion, et les terrains, pris en conséquence, suivaient le fond des vallées.

En 1903, Gérôme, malgache, commandeur sur le placer, découvrit qu'il y avait de l'or sur la montagne et fit en peu de jours de très belles productions. Aussitôt, on décida d'envoyer un Européen pour assurer la direction des travaux; c'est à son passage à Tananarive, tout nouveau dans le pays, qu'il reçut la première production : 10 kilogrammes, de Gérôme. Il s'en vante trop fort en public, et ce bavardage coûte cher, Un prospecteur concurrent, qui avait entendu le propos, partit à force de filanzane et piqueta tout autour de la découverte, occupant ainsi toute la partie sud du gisement. Quand le représentant, attardé et amusé en route, arriva sur le placer, il le trouva coupé en deux.

En septembre 1904, le placer battait déjà son plein. On faisait 4 à 5 kilogrammes par mois, rien que dans les latérites. Les Malgaches ne voulaient plus entendre parler de travailler l'alluvion.

En 1904, on fit 54 kilogrammes de production. Ce fut l'apogée.

Ce placer a été amodié pour deux années, en mai 1908, moyennant une redevance de 75 centimes par gramme pour le propriétaire. A ce prix élevé, il n'était possible de réaliser de profits qu'en travaillant industriellement. C'est ce qu'ont fait M. Mettais Cartier et M. l'ingénieur J. Dreyfus, qui ont très habilement installé le premier sluice, alimenté par wagonnets, dans la colonie. Ce sont surtout les latérites qu'ils ont travaillées ainsi. Ils ont produit 1.100 grammes par mois pendant toute la durée de cette location, qui était expirée à l'époque où j'ai visité le placer ; mais les traces de toutes les installations, très bien comprises, étaient encore visibles dans les chantiers.

Actuellement c'est l'alluvion qui fournit la majeure partie de la production surtout pendant la saison des pluies. Mais cette alluvion est, il faut le dire, en majeure partie alimentée par le lavage naturel et la concentration de l'or des latérites dans le lit du ruisseau Bemangoraka.

En moyenne, on atteint une production de 1 kilogramme par mois, avec 110 batées et 25 ouvriers à la journée, au total, 135 travailleurs sur le toby.

Description des travaux. — Le gîte de Tsimbolovolo est exceptionnellement bien placé au point de vue de l'exploitation par les moyens malgaches. Aussi les travaux indigènes sont-ils considérables. Ils permettent de se rendre un compte très exact de la formation.

Les bancs riches sont, en effet, faiblement inclinés sur l'horizon, presque parallèles à la surface du sol, à quelques degrés près, de sorte

qu'on a pu atteindre la couche riche par de nombreux puits, tout à fait comme l'on aurait pu le faire pour une alluvion.

C'est ce qui explique la multiplicité des trous malgaches dont le sol est littéralement criblé (*fig.* 56), aussi bien à l'exploitation nord qu'à celle du sud. La coupe en travers que je donne ci-contre est la réduction de la minute du levé que j'ai fait sur le terrain, le 27 janvier 1911.

On en déduit, à la simple inspection :

1° Que la couche riche est au mur de la formation des « bancs de fer » ;

2° Qu'il y a aussi au toit une veine riche, latéritisée, de $0^{m},30$ de puissance, qui sépare la formation de banc de fer aurifère, des schistes blancs argileux, stériles, qui occupent tout le fond de la vallée du petit affluent la Bemangoraka, au confluent duquel est installé le sluice.

Toute la partie supérieure de l'affleurement sur 80 mètres de longueur et 60 de largeur a été le théâtre d'une active exploitation. Il y a plus de trois cents puits visibles, sans compter ceux comblés ou recouverts par des tailings.

Cette formation aurifère est entièrement constituée, je le répète, par des bancs de fer agissant sur le barreau aimanté. Dans cet ensemble d'environ 12 à 15 mètres de puissance, restant du banc beaucoup plus épais (30 mètres, dont la partie supérieure a été arasée par les agents atmosphériques, il y a une couche riche de $1^{m},20$ au mur et une autre de $0^{m},30$ au toit.

Et enfin dans cette couche de $1^{m},20$ il y a une *veine* de $0^{m},10$ à

Fig. 57. — Coupe transversale du gîte de Tsimbolovolo-nord.

$0^m,15$ avec or visible, qui donne tous les beaux échantillons qu'on trouve si facilement sur ce gisement et dont j'ai rapporté plusieurs exemplaires.

C'est cette veine que poursuivent avec acharnement les Malgaches et pour laquelle ils se font même tuer, car il va sans dire qu'ils ne se protègent dans leurs travaux souterrains par aucun boisage, de sorte qu'au moment de la saison des pluies, où les latérites jouent beaucoup, les accidents avec morts d'hommes sont fréquents.

A l'exploitation du sud, le commandeur indigène, nommé Razanazatofa, a pris l'excellente mesure d'interdire aux indigènes l'accès des travaux souterrains pendant toute la saison des pluies.

La production n'en souffre pas, vu que c'est le moment où le rendement des alluvions s'accroît considérablement par suite de la possibilité de faire « lakatany » sur un grand nombre de points avec de la latérite riche qui ne peut pas être lavée en été, faute d'eau.

Ces puits indigènes, pratiqués en partie dans une roche relativement dure à demi décomposée seulement, sont très réduits comme dimensions et circulaires (moins de 1 mètre de diamètre), avec de petites encoches pour les pieds des ouvriers qui y circulent.

D'autres, plus commodes pour la remontée des matières, sont assez ingénieux, avec escalier en spirale (*fig.* 11, p. 40) ; j'ai relevé ce profil dans un chantier au sud de l'Andranarano.

Exploitation sud. — L'exploitation sud se trouve exactement dans les mêmes conditions topographiques que celle du nord que je viens de décrire. Elle se fait exclusivement par puits et on n'y pile pas, ou, plus exactement, on n'y pile plus mécaniquement, car il existe sur le gisement un petit moulin de prospection arrêté faute de gens compétents pour le faire marcher. A l'exploitation nord on broie à bras, mais dans des *mortiers de fer*, ce qui est un progrès sur tout ce que j'ai vu jusqu'ici. Dans tout le reste de la colonie, on broie encore le quartz dans des mortiers à riz en bois. C'est M. l'ingénieur Ligon, qui a quitté depuis la colonie, qui avait introduit ces divers progrès qui n'ont malheureusement pas eu de suite.

Absence d'eau. — C'est le manque d'eau qui est la cause de la stagnation actuelle de ce riche gisement.

Si on en avait en hauteur, on pourrait, passer au *ground sluice* toute la couche superficielle de la colline sur plus de 1 kilomètre de longeur et réaliser rapidement tout l'or que contient ce versant.

Par comparaison avec ce qui a été fait, on peut estimer qu'il reste à prendre sur ce versant au moins 250 à 300 kilogrammes d'or.

Amener de l'eau par pente naturelle est une impossibilité, car le pays

est un vaste plateau, ou bien il faudrait aller la chercher à 20 kilomètres de distance, ce qui entraînerait des frais hors de proportion avec la recette en vue.

La force motrice hydraulique locale ne fait pas défaut. On pourrait capter un autre affluent parallèle au Bémandrefo par une dérivation qui réunirait ces deux cours d'eau, ce qui permettrait d'amener l'eau au camp de l'exploitation nord avec une chute de 20 à 25 mètres et un débit à l'étiage de 150 litres par seconde.

Avec cette force, on pourrait relever l'eau nécessaire pour passer au sluice, toutes ces latérites existant à flancs de coteau en jetant les tailings à l'aval et, ultérieurement, à actionner les broyeurs pour la roche aurifère. C'est une opération qui peut se faire avec peu de frais et dont les résultats paraissent certains.

IV. — MINES D'OR DU NORD DE MADAGASCAR (RÉGION D'ANDAVAKOËRA)

Historique. — Comme toutes les affaires aurifères ayant eu un succès retentissant, les mines d'Andavakoëra ont eu leur roman. Leur découverte, toute récente, a donné lieu à des procès entre inventeurs, qui ne sont pas terminés encore. Les deux détenteurs des principaux terrains y ont réalisé, en cinq années, une quantité totale d'or d'environ 4.300 kilogrammes, d'une valeur approximative de douze millions de francs, et ce, au moyen des procédés indigènes les plus primitifs, que j'ai décrits déjà bien des fois : broyage de quartz dans des mortiers en bois et lavage à la batée.

Ce n'est que tout récemment qu'il a été monté une usine de vingt pilons lourds, sans cyanuration, qui doit broyer les minerais découpés par les travaux de traçage en cours d'exécution. En attendant, la production d'or continue à être assurée par les tâcherons indigènes.

Ces derniers sont payés à tant le gramme, tous frais d'extraction à leur charge. Le prix fixé est de 1^{f},50 seulement au lieu de 1^{f},80 et même 2 francs payés sur les placers de l'Imerina, à cause de la différence du degré de finesse.

Tandis, en effet, que l'or, provenant des gîtes interstratifiés dans l'archéen, descend rarement au-dessous de 950 millièmes de fin et reste habituellement compris entre 950 et 975 0/00, l'or de la région de l'Andavakoëra ne dépasse guère 750 millièmes de fin, le reste étant constitué par de l'argent. On trouve même sur certains points (exploitation de Betankilaotra) de l'argent natif en dendrites dans les filons aurifères, fait inconnu sur les gîtes interstratifiés du restant de la colonie. L'or de la région de l'Andavakoéra est d'une couleur jaune clair, à reflet un peu verdâtre caractéristique des alliages d'or et d'argent à bas titre (*or vert* des orfèvres titrant 600 millièmes, etc.).

Les gîtes du nord se présentent au point de vue géologique et industriel dans des conditions essentiellement différentes des autres gisements aurifères décrits dans la première partie de ce chapitre. Il s'agit ici de véritables filons à remplissage quartzeux symétrique, recoupant l'archéen et les terrains permo-triasiques, alignés suivant ce contact et

dépendant évidemment d'une fracture coupant en écharpe la colonie depuis la vallée du Sambirano jusqu'à celle de la Loky.

Les prospecteurs ont pressenti la dépendance étroite qui reliait les

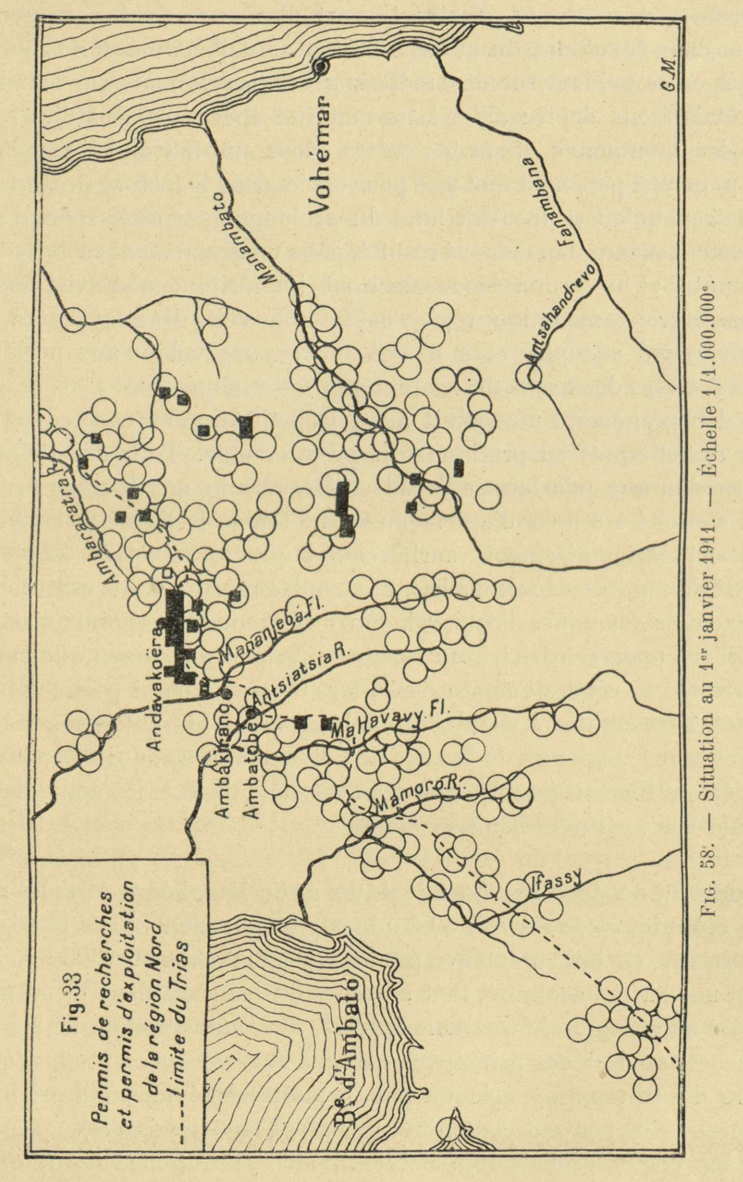


Fig. 58. — Situation au 1er janvier 1911. — Échelle 1/1.000.000e.

gîtes les plus riches avec le contact trias-archéen sans en rechercher la raison ni l'origine ; aussi le pays s'est-il couvert en peu de temps d'une légion de permis dont la carte au millionnième, reproduite à la figure 58, donne une idée assez exacte.

Évidemment, sur ce nombre colossal, il y a un triage préalable à faire, d'autant plus que beaucoup d'entre eux, comme on le verra plus loin, se trouvent dans des conditions qui exigent, même pour de simples recherches, des moyens d'extraction et d'exhaure dont personne ne dispose dans la colonie, du moins à l'heure actuelle. On a donc cherché, non pas en se guidant sur des indices géologiques, mais sur les points où il était facile de travailler sans matériel spécial, c'est-à-dire sur le flanc des montagnes et sur les crêtes, alors que le simple examen des lieux pour une personne tant soit peu versée dans la lecture des terrains, démontrait qu'on se trouvait hors du prolongement de la zone d'enrichissement maximum. Il en est résulté, dans un grand nombre de cas, des mécomptes et un certain découragement, immérité à mon avis, tendant à considérer comme unique région exploitable, celle d'Andavakoëra, déjà complètement occupée, et à n'accorder aucune valeur aux prolongements dans les deux sens du contact permo-triasique.

Ce découragement me paraît aussi injustifié que les espérances sans bases scientifiques ou pratiques du premier jour. Telle est du moins l'impression que m'a laissée l'étude à laquelle je me suis livré, étude qui a consisté à relever d'une façon très détaillée la ligne de contact, à y visiter tous les gisements aurifères qui ont été l'objet de travaux, la plupart du temps très sommaires, et d'en dégager les traits essentiels.

L'exemple des mines d'Andavakoëra, où le nombre des points d'attaque et le développement des travaux souterrains permet, mieux que partout ailleurs, de se rendre compte de l'allure de ces gîtes si particuliers du contact trias-archéen, viendra compléter ainsi les notions générales acquises sur le parcours de la zone de contact. Des conclusions pourront alors être utilement posées, qui aideront dans l'avenir les appréciations à porter sur ces intéressants gisements.

Étude du contact permo-triasique avec l'archéen dans le nord de la colonie. — Je renvoie à l'étude sur le permien et sur le trias de Madagascar, en tant qu'étages géologiques distincts au Chapitre II de ce volume où j'ai examiné, tant à propos du charbon dans le permien; que des nappes pétrolifères dans le trias, la composition de ces terrains, la succession de leurs principaux niveaux et l'emplacement ainsi que la nature des travaux à y exécuter pour y mettre en évidence les richesses minières qu'ils peuvent contenir (voir page 234 et suivantes).

Je me contenterai de rappeler ici, pour l'intelligence de ce qui va suivre, que le trias de Madagascar est formé d'alternances de grès et de marnes argilo-schisteuses occupant une hauteur de 500 à 600 mètres; au-dessus vient le lias, représenté aussi à sa base par des grès plus durs que ceux du trias, puis par des calcaires marneux en plaquettes et enfin au-des-

sus par les causses du Jurassique. Le trias seul est intéressé par les fractures ayant amené l'or.

Au-dessous du trias, apparaissent, sur certains points, des alternances d'argiles, de schistes et aussi de grès, présentant une faune et une flore nettement permiennes. Cette formation primaire, qui n'a été mise en évidence que depuis très peu de temps, à la suite des travaux du capitaine Colcanap, décédé en 1910, est intéressante, parce que cet officier y a trouvé, dans le sud-ouest de la colonie, près de Benenitra (cercle de Tuléar) de la véritable houille en couches jusqu'ici discontinues et très chargées de cendres, mais qui ne se sont révélées jusqu'ici que par leurs affleurements plus ou moins remaniés au voisinage de conglomérats. La question de leur valeur industrielle reste ouverte.

Dans la région du contact aurifère que je me propose d'étudier, ce permien n'est connu que sur quelques points que je signalerai en passant. On admet aussi sa présence pour expliquer certaines coupes dans la région d'Andavakoëra-Est ; mais, nulle part, il n'est signalé comme contenant de la houille. Par contre, les grès qui le surmontent sont fréquemment très chargés de débris charbonneux ; mais, à mon avis, ces débris fossiles ne présagent nullement le voisinage de la houille. Les quartz aurifères forment fréquemment des réseaux de filonnets en stockwerk au sein de ces grès charbonneux et les enrichissent parfois suffisamment pour les rendre « payants ».

C'est cet ensemble que j'appellerai permo-triasique, dont le contact avec l'archéen constitue, dans la région nord de Madagascar, le terrain d'élection des minerais auro-argentifères dont ceux des mines d'Andavakoëra constituent le prototype.

Constatons d'abord que ce contact, qui règne sur toute la bordure ouest du plateau central de Madagascar, n'est aurifère que sur le rebord extrême nord de ce plateau. Ce n'est que sur la cassure en écharpe, dirigée nord-est sud-ouest, du Sambirano à la Loky, que les gîtes aurifères s'alignent. De nombreux prospecteurs, séduits comme beaucoup de Français par le charme des généralisations à outrance, ont prospecté avec acharnement dans toute la colonie ce fameux contact, si visible, si facile à suivre grâce à la friabilité des grès triasiques, plus facilement entamés que les terrains cristallins et qui forment, à cause de différence d'usure par les agents atmosphériques, des parties basses, généralement marécageuses, au pied de l'archéen.

Tous ces prospects ont été absolument infructueux. Les quelques gîtes aurifères trouvés à proximité de ce contact ne l'affectent nullement. Ils appartiennent au type interstratifié décrit tant de fois dans les monographies qui précèdent, avec or à 950 millièmes, formation en chapelets, quartz non cristallisé symétriquement sur les parois : en un

mot, tous les caractères essentiellement différents de ceux que j'ai à décrire. La confusion n'est pas possible.

Il semble bien que les gîtes auro-argentifères du nord constituent une exception unique dans toute la colonie, quoiqu'il soit peut-être téméraire de poser des conclusions négatives dans un pays que nous n'occupons que depuis seize ans et où le manque de voies de communications a empêché jusqu'ici aux prospecteurs, aussi bien indigènes qu'européens, de pénétrer dans toutes les régions désertes ou inhabitées. C'est là une exception d'autant plus remarquable que nombreux sont les endroits où le contact permo-triasique avec l'archéen est dû à des failles et cassures très importantes. On peut citer parmi les principales celles qui limitent le plateau central au sud-ouest de Maevatanana. La muraille à pic du Bongo Lava, qui limite ces hauts plateaux entre Ambalia et Ankilahilha, constitue aussi un accident orogénique très remarquable. Les schistes cristallins changent d'aspect : au lieu de gneiss feuilletés et micacés comme presque partout ailleurs, on se trouve en présence de roches très tenaces et très dures, comme nous en retrouvons à Andavakoëra, le mica y fait presque défaut et est remplacé par de l'amphibole ; les masses ont des contours arrondis, les strates sont épais, enfin la texture de la roche est presque granitoïde. Les roches noires basiques sont nombreuses au milieu de ces gneiss ; il en est de même à Andavakoëra.

Malgré ces rapprochements, il n'existe dans le Bongo Lava aucun gisement aurifère rappelant ceux du nord de la colonie. On n'y trouve que de l'or interstratifié à haut titre.

Même observation pour les nombreux gisements aurifères qui environnent Maevatanana entre la Betsiboka et l'Ikopa, l'Ikopa et la Menavava. Ils sont connus depuis longtemps et sont les plus importants de la province, bien que placés à peu près à la limite des hauts plateaux qui se terminent brusquement sur la plaine sédimentaire à l'ouest ; ils appartiennent tous au type interstratifié et à ses dérivés ou variantes : terres de montagne, latérites aurifères, bancs de fer, etc.

Schistes à poissons. — C'est à Antsahabé même et surtout entre ce village et Anaborano que nous avons trouvé, le long du contact trias-archéen, en venant du sud-ouest, les premiers exemplaires des curieux poissons et fossiles appartenant au trias inférieur que M. Douvillé a déterminés, il y a deux ans, et qui sont d'un si grand secours, comme niveau géologique caractéristique dans les études tectoniques de cette région. On sait que tous ces fossiles se trouvent inclus dans des sortes de galets arrondis et aplatis ayant vaguement la forme du fossile qu'ils contiennent, que rien ne distingue des cailloux roulés quand on n'est pas

averti. On les divise très facilement en deux par un coup de marteau sec frappé sur la tranche et on a ainsi deux écailles sur lesquelles on a, en relief et en moule, des fossiles admirablement conservés et très

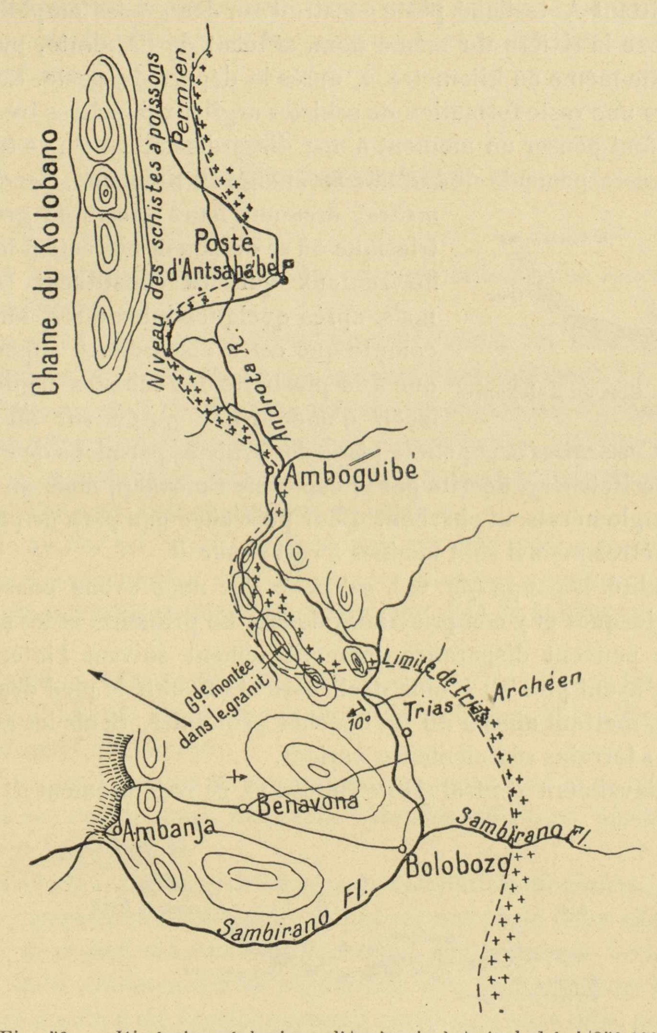


Fig. 59. — Itinéraire géologique d'Ambanja à Antsahabé. 1/250.000.

faciles à faire déterminer par un spécialiste. Les vertébrés représentés surtout par des poissons sont en général en très bon état ; les reptiles sont souvent privés de leur tête. Beaucoup de ces galets arrondis, presque sphériques ne contiennent à leur centre qu'une matière noire, charbonneuse, pulvérulente qui représente sans doute le résidu d'invertébrés. On en trouve des quantités sur le chemin, à l'arrivée à Anaborano. Les très grands fossiles sont rares ; en général, ils ne dépassent pas 12 à 15

centimètres de longueur. Anaborano est aussi le point de départ des permis de recherches pour or situés à cheval sur le contact, mais dans cette localité aucun d'eux n'a été travaillé et ne paraît mériter de l'être.

En quittant Antsahabé, poste construit sur des gneiss amphiboliques, on traverse la rivière du même nom, affluent de l'Andrato, puis cette rivière elle-même au kilomètre 4, après le départ du poste. Le chemin suit alors une vaste formation de schistes argileux jaunâtres très redressés, qui font penser un moment à une discordance, car on se trouve au pied des escarpements de la fameuse chaîne du Kolobano, (*les deux mamelles*) dressant leurs cimes de grès blanc triasique où se dessinent nettement les strates horizontaux qui les constituent (*fig.* 60); mais, après quelques kilomètres, on se rend compte que cette discordance apparente est due à la plasticité des schistes argileux, à la façon d'une brique posée sur du mortier liquide. Ces argiles occupent la place des schistes permiens de Bénénitra au sud du Betsiriry, décrits par le capitaine Colcanap, mais on n'y voit ici ni conglomérats, ni charbon. Leur puissance m'a paru ne pas dépasser 80 mètres mais il sont laminés à cette endroit.

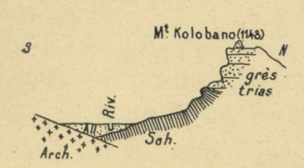


Fig. 60. — Grès du Kolobano.

En réalité, la coupe (*fig.* 61), est celle que nous avons constamment trouvée jusques et y compris Andavakoëra. Le primaire, et les schistes à poissons peuvent disparaître momentanément suivant l'intensité des érosions ayant plus ou moins déchaussé et affouillé le pied des terrains meubles, mettant ainsi à nu les couches profondes. Seuls les angles de pente des terrains sédimentaires varient.

A Andavakoëra central (Mine Bérésiky), ce redressement dynamique

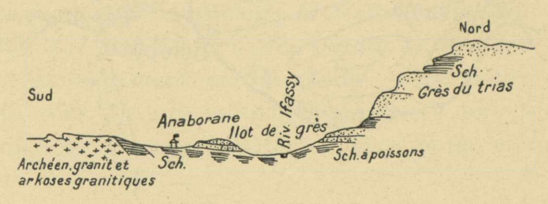


Fig. 61. — Coupe à Anaborano.

était noté, même avant mon arrivée, par M. Rouaix, ingénieur civil des mines dont l'expérience locale m'a été des plus utile et qui m'a très obligeamment guidé pendant mon séjour. Il y voit aussi du primaire, mais toujours sans charbon.

Comme preuve de la concordance de stratification de tous ces terrains, on peut constater sur la coupe nord-sud passant par le village d'Anaborana, un îlot de grès triasique, à cheval sur la route, coiffant un sou-

bassement de schistes à poissons en assises concordantes avec celles du primaire, ce qui constitue une référence indiscutable (*fig.* 61).

Une faille nord-sud, produisant une dénivellation de 40 mètres dans le sédimentaire, passe à Anaborano, bien visible sur les montagnes en face de l'autre côté de l'Ifassy, rivière recevant à cet endroit les eaux de l'affluent Andrato.

PLACER D'ANKITOKAZO

C'est le premier gisement aurifère en exploitation qu'on rencontre en venant de l'ouest.

Ce gîte se trouve à environ une heure de chemin au nord du village d'Ambodiriano (ex Ankitokazo, de la carte au 1/500.000[e]). La position de ce village au bord du Mamoro est erronée de plusieurs kilomètres.

Actuellement transformé en permis d'exploitation, ce gîte a donné, travaillé à la malgache, une assez jolie production (environ 30 kilogrammes d'or gros, principalement en pépites).

Le titre de l'or est de 740 millièmes. C'est dire qu'il appartient à la formation d'Andavakoëra, comme tous les gîtes que nous rencontrerons sur le contact triasique d'ici à la région d'au delà de la Mananjeba.

Itinéraire. — En partant d'Ambodiriano, on monte sur les contreforts des collines qui séparent cette localité du bassin de la rivière Ankitokazo, affluent du Mamoro.

On monte ainsi environ 80 mètres, puis on redescend et on commence à rencontrer des travaux malgaches sur les alluvions aurifères des affluents de l'Ankitokaze.

Il n'y a d'ailleurs eu aucuns travaux d'exploitation filonienne ; c'est sur l'alluvion proprement dite que les indigènes ont porté leurs efforts.

Depuis le départ d'Ambodiriano, on est sur le terrain archéen : on constate qu'il commence à se régulariser et à s'aligner dans la direction de prédilection de l'enrichissement aurifère, c'est-à-dire, pour cette région-ci : nord-est-sud-ouest.

Nous verrons que, tout en conservant cet alignement dans son allure générale, la cassure — car c'est une bien visible cassure — qui a accompagné cette manifestation métallifère varie assez sensiblement de direction suivant les points considérés.

Pour en revenir au gisement d'Ankitokazo, il est facile, depuis la maison d'administration, de se rendre compte de la formation générale de cet intéressant gisement. J'en donne (*fig.* 62) le croquis à l'échelle de

1/40.000. De ce plan et de la coupe qui l'accompagne résulte la constatation de l'existence de trois terrains juxtaposés bien distincts.

1° L'archéen, dans lequel sont exclusivement concentrés les affleurements aurifères et les travaux qui y ont été pratiqués;

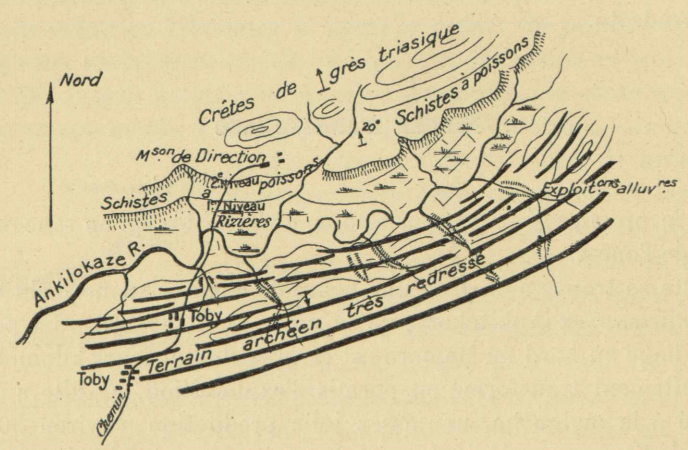


Fig. 62. — Constitution géologique du placer Ankitokazo.

2° Les schistes à poissons, dont le contact avec l'archéen n'est pas visible, car il est caché par les alluvions modernes de la vallée, couverte de rizières. Ces alluvions récentes cachent le contact, mais il est bien certainement très rapproché, car, dans le village des orpailleurs, on est déjà sur l'Archéen.

Ces schistes sont très développés; ils se continuent sur la colline où est construite la maison d'administration (environ 30 mètres d'altitude au-dessus du niveau des rizières et de la rivière l'Ankitokazo, qui circule au milieu d'elles).

Pour donner un chiffre, on peut apprécier leur épaisseur à 60 mètres. On y distingue plusieurs niveaux de *galets à poissons*. Nous en recueillons une quantité à 20 mètres en contre-bas de la maison d'administration (gros échantillons, généralement mal conservés) et un autre niveau très net à 8 à 10 mètres plus haut. C'est là que nous avons trouvé nos plus jolis fossiles; il y a non seulement des poissons variés, mais aussi des céphalopodes, des mollusques bivalves, un spirifer, etc. Énormément de galets ne contenant qu'une matière noire, charbonneuse, pulvérulente, résidu fixe des parties charnues d'animaux sans coquilles, ayant laissé une empreinte indéterminable;

3° Les grès qui forment la crête derrière la maison. C'est le trias moyen qui commence.

Ce gisement est intéressant, parce que l'enrichissement aurifère est

nettement localisé dans les micaschistes et gneiss du contact et qu'il est facile d'y effectuer des reconnaissances à bon marché.

On peut avoir déjà 30 à 40 mètres d'amont-pendage avec des galeries en travers-bancs de 100 à 120 mètres de long très faciles à déterminer.

Avec un amont-pendage moindre, de 20 à 25 mètres, on peut entrer en direction pour toucher de suite du minerai, bien que cela ne remplace pas les indications que seuls des travers-bancs peuvent fournir quant au nombre et à la position des veines payantes.

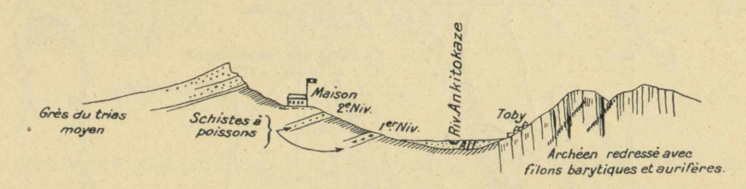


Fig. 63. — Coupe du placer Ankitokazo.

Ces dernières en effet sont, en majeure partie, *interstratifiées*. Ce n'est qu'après la Mahavavy et surtout après l'Antsiatsia que le caractère nettement filonien de ces gîtes s'accentuera et que nous commencerons à trouver de l'or dans le sédimentaire.

Au placer Ankitokazo comme dans ceux qui lui font suite, c'est le gîte interstratifié qui forme la majeure partie du terrain aurifère. Il faut donc diriger les travaux en conséquence. Appliquer en un mot les règles que j'ai énoncées pour la recherche des gîtes de ce genre dans mon « Guide pratique du prospecteur à Madagascar ».

GISEMENTS D'ANALABÉ ET D'AMBATOBE-ANJAVY

Ainsi qu'on le voit sur la carte d'ensemble de la région à l'échelle de 1/400.000e reproduite à la figure 71, ces deux gisements, aujourd'hui transformés en permis d'exploitation, font suite au précédent.

Ils sont tous deux placés à cheval sur le contact trias-archéen.

Les travaux sont assez restreints et se composent uniquement de tranchées et d'un puits de 12 mètres sur le permis d'exploitation le plus au nord (468 hectares de surface).

Ce travail est intéressant parce qu'il nous montre pour la première fois la formation de quartz « en peignes » si caractéristique de toute la région d'Andavakoëra. Ce quartz, déposé symétriquement sur les deux faces des fissures du terrain, est formé par des cristaux de quartz en aiguilles par suite de l'hémihédrie des faces *p* et *m*. Ces cristaux partant des deux épontes, s'entrecroisent sans se souder complètement, laissant souvent

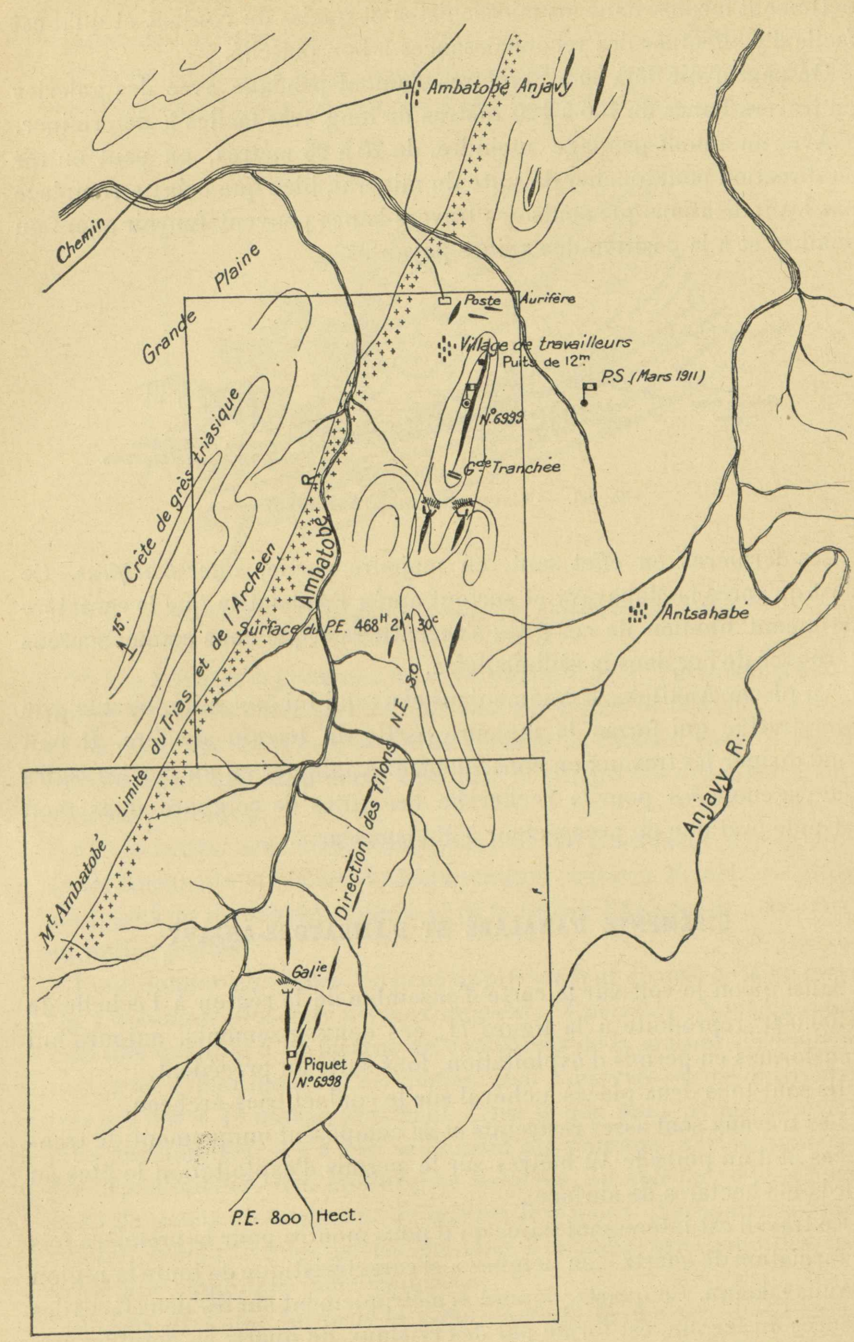


FIG. 64. — Retombe des permis d'exploitation d'Ambatobé-Analabé.

une géode dans le centre. On peut en général séparer très facilement les deux parties et avoir de beaux spécimens de faces cristallisées.

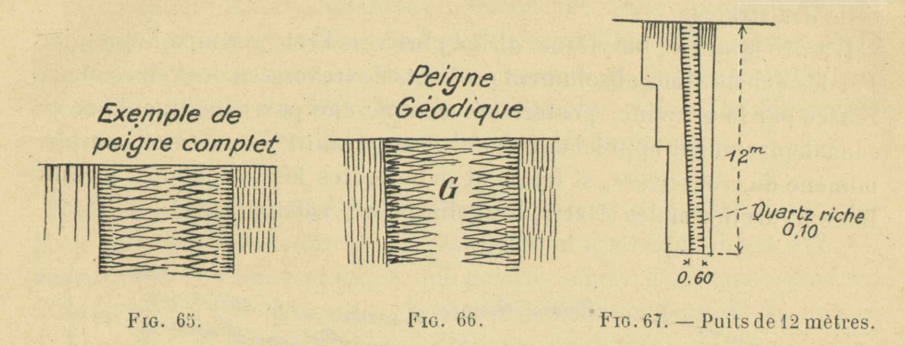


Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67. — Puits de 12 mètres.

Je remarque que ce filon, dont le pendage est variable, mais en tout cas très prononcé, semble parallèle aux strates de micaschiste dans lesquelles il est compris.

Mais, en examinant la formation dans son ensemble, je remarque qu'à ce filon purement quartzeux vient s'adjoindre des veines, parfois très

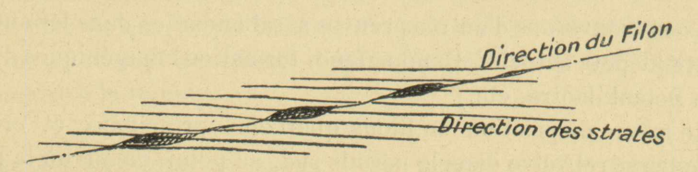


Fig. 68.

puissantes, de *barytine*, qui forment en surface des épanouissements de plusieurs mètres et qui *recoupent nettement*, *sous un angle très aigu*, la formation quartzeuse.

On se rend très bien compte de ce fait en se promenant sur la crête de la colline sur laquelle apparaît l'affleurement, sur une longueur d'au moins 150 à 200 mètres, et qui est constitué comme suit :

La barytine n'est pas aurifère, c'est ce que nous constaterons aussi sur les gîtes d'Andavakoëra. On me dit avoir trouvé quelques rares échantillons de barytine pure avec or visible au milieu des cristaux de cette substance, mais je n'en ai pas vu personnellement.

Il résulte de ce premier examen qu'il y a ici deux systèmes de fractures, à savoir : le plus ancien, dirigé nord-sud, très voisin de la direction de la stratification, ce qui, à première vue, fait penser aux gîtes *interstratifiés contemporains de la formation de la roche*, si commun dans le plateau central archéen de Madagascar. Mais ici le caractère filonien : dépôt symétrique de quartz en peigne sur les deux faces des fentes et fissures

préexistantes, ne permet pas le doute. La stratification concordante n'est qu'une apparence, tenant au faible angle de la direction filonienne avec celle des strates.

L'autre système, barytique, dirigé plus vers l'est, recoupe le premier. J'ai des échantillons absolument probants de traversées des veines quartzeuses par la barytine, postérieure comme âge par conséquent, et ce, sans déplacement appréciable du faisceau primitif, en un mot, un phénomène de *réouverture*, si fréquent dans toutes les formations métallifères hydrothermales (Hartz, Erzgebirge, etc.) classiques.

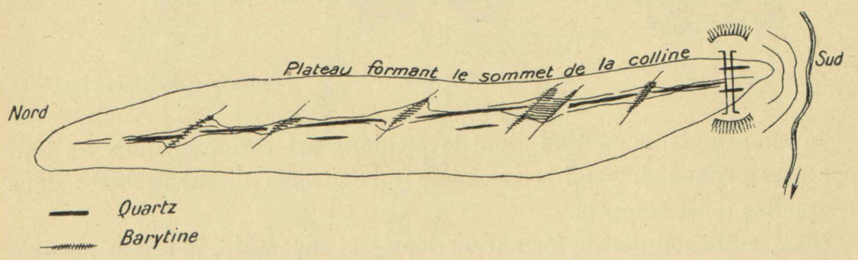


Fig. 69. — Filons croiseurs barytiques.

Nous en trouverons d'autres preuves surabondantes dans les autres gisements (dépôts actuels à Ranomafano, formations épigéniques d'argent natif à Betankilaotra, etc.).

Cette même disposition en filons quartzeux principaux et croiseurs barytiques se retrouve dans le permis sud, au point même où le piquet-signal a été posé.

Un filon quartzeux apparaît dans ce dernier permis sur plus de 1.000 mètres de long. Il est entièrement indépendant de celui sur lequel a été pratiqué le puits de 12 mètres dans le permis nord. C'est, en un mot, à un faisceau de filons aurifères qu'on a affaire ici. Les travaux sont trop peu avancés pour pouvoir donner une appréciation sur la teneur des minerais.

Les conditions annexes, la présence des bas métaux : pyrite de fer, blende, galène, sont identiques à celles des piquets de l'Andavakoëra.

Travaux d'orpailleurs. — Les Malgaches ont travaillé les alluvions, et non les quartz filoniens, pendant plusieurs années, sur les piquets auxquels ont été récemment substitués les permis d'exploitation que je viens de décrire. Le plus au nord de ces deux permis a été appelé par les indigènes « Tanilatsaka », du nom d'une petite rivière qui prend sa source sur le périmètre et qui se jette dans la rivière d'Ambatobé, laquelle a donné son nom au village. C'est dans ce ruisseau qu'a été trouvée la majeure partie de la production : 5 à 6 kilogrammes, sans

compter ce qui a été volé, car le travail n'a jamais été surveillé sérieusement.

On a exploité aussi l'Ambatobé au-dessous des cases du camp (*fig.* 64). Le quartz qu'on y recueillait était parfois si aurifère qu'il y avait profit à le broyer. En un mot, on travaillait comme on le fait actuellement encore à Andavakoëra. Dans les endroits les plus riches, les Malgaches allaient chercher la couche jusqu'à 4 mètres de profondeur.

Galerie de recherche dite galerie Panier. — A côté de la case (avec vérandah) construite sur un petit sommet à côté du toby et à l'ouest de cette case, on avait pratiqué une galerie, placée d'ailleurs beaucoup trop haut, n'ayant pour ainsi dire pas d'amont-pendage de 35 mètres de longueur, en terrain décomposé, suivant un filonnet quartzeux dirigé nord-sud donnant 4 grammes à la tonne. Aux premières pluies, ce travail fait dans la terre rouge s'est effondré.

La rivière fait un coude et passe au nord, entre le mamelon du piquet et un autre de la même chaîne. Les terres prises un peu partout en surface sur ces deux collines donnent des couleurs. Un peu après le coude, sur le mamelon est, se trouve une tranchée avec galerie coupant un filon de quartz qui *traverse des micaschistes* bleuâtres et rosés. L'analyse de ce quartz a donné, d'après les indications des exploitants, 16 grammes à la tonne.

Permis d'exploitation nord. — Ce permis a été le centre de l'exploitation la plus importante (procédés malgaches). Il s'y trouve de grandes cases pour le personnel.

Entre ces cases et le mamelon sur lequel est planté le piquet, on rencontre de nombreux filons nord, nord-est-sud-ouest parallèles. C'est la formation quartzeuse nord décrite plus haut.

Le filon qui passe à l'endroit même où est planté le piquet appartient aussi au même système et traverse des micaschistes et des quartzites; plusieurs morceaux de cette dernière roche, après pilage, ont donné la couleur.

Ce filon (voir sa coupe plus haut) a été l'objet de divers essais au point de vue de sa teneur.

D'après les derniers documents qui m'ont été communiqués par écrit, on aurait trouvé deux analyses à 30 grammes et deux autres avec une teneur très faible. Il y aurait lieu de refaire un échantillonnage plus complet pour mieux fixer les idées sur la teneur moyenne à espérer de ce filon.

D'ailleurs, ce n'est pas sur des analyses de ce genre qu'on peut baser actuellement une appréciation sur des gîtes aussi peu ouverts, mais sur

les considérations beaucoup plus importantes de géologie générale, qui permettent de faire ressortir la complète identité de formation avec les filons qui ont fait la réputation des mines de l'Andavakoëra.

Prolongement vers l'est. — En suivant de l'œil les mamelons à affleurements de barytine dans la direction du nord-est, en allant vers Anjavy, au troisième mamelon après celui qui porte le piquet signal, on trouve à sa base un puits creusé dans un filon de quartz ayant donné à l'analyse, d'une façon constante, environ 28 grammes à la tonne. De nombreux morceaux de ce quartz contiennent de l'or visible.

GISEMENTS D'ANJAVY

Après les gîtes d'Ambatobé viennent ceux d'Anjavy, morcelés entre plusieurs propriétaires. Le plus intéressant est le piquet du milieu. On y a exécuté quelques travaux qui malheureusement n'ont pas abouti à mettre un cube réel en évidence. On a eu le tort d'éparpiller les efforts, et le capital espèces affecté aux travaux a été dépensé dans une foule de grattages superficiels qui n'ont rien donné de net. Il eût été bien préférable de creuser une galerie de rabais, dont le point d'attaque est tout naturellement indiqué par la topographie locale (*fig.* 70).

Fig. 70. — Gisement d'Anjavy.

En choisissant ce point, on aurait pu atteindre le gîte avec un amont pendage de 40 mètres, et ce, avec une galerie de rabais ne dépassant par 110 mètres de long. Un autre avantage d'un tel travail en terrain solide aurait été son entretien plus facile, en attendant l'acheteur, que les galeries qui ont été faites trop haut, dans la terre rouge, et qui s'effondrent lamentablement aux premières pluies de la saison chaude.

C'est un nouvel exemple, après tant d'autres, de l'erreur trop fréquente qui a amené la ruine de beaucoup de prospecteurs, de faire des travaux dans la terre rouge et de prendre le gîte « par les cheveux ». C'est tentant, parce que les frais de creusement sont faibles, mais cela ne tient pas et, finalement, on a dépensé tout son argent pour n'avoir ni cube découpé ni travaux accessibles pour les visiteurs éventuels, tout s'effondrant aux premières pluies.

GROUPE D'AMBODIMANGA

Dans le grand angle compris entre la Mahavavy et son affluent l'Antsiatsia, le trias forme une vaste inflexion vers le sud.

Le contact, après avoir traversé les piquets dits de l'Anjavy que je viens de décrire, descend jusqu'aux environs d'Ambodimanga, où j'ai visité deux piquets, appartenant au même propriétaire qui détient les permis d'exploitation d'Ambatobé-Anjavy.

J'ai visité ces gisements le 25 mars 1911. J'en ai été médiocrement satisfait. Il y a bien encore des affleurements assez nombreux de quartz et de barytine, de barytine surtout, mais c'est très bouleversé. Pas d'orpailleurs non plus. Il semble qu'il y ait eu comme un rejet, un déplacement latéral, repoussant vers le sud toute la formation. Ce rejet serait encore signalé par la source chaude de Ranomafano-Ankimandozo, sur la lèvre orientale de cet accident. La carte d'ensemble au 1/400.000, avec la position approchée des piquets, explique clairement ce déplacement, dont nous retrouverons encore d'autres exemples très nets plus au nord-est, dans la région de Betankilaotra notamment. Nous aurons lieu d'en reparler et de nous rendre compte du rôle de ces véritables failles transversales sur les manifestations minéralisatrices dans les divers terrains traversés par elles (*fig.* 71).

D'autre part, sauf l'interruption dans la crête des grès triasiques, qui peut aussi être mise sur le compte des érosions, il n'y a pas trace de grands déplacements de la formation. Je penche plutôt pour la solution suivante :

Essai de synthèse. — Le contact trias-archéen joue un rôle certain dans la formation aurifère ; or, sa forme actuelle, résidu de limites bien plus vastes, arasées par les actions atmosphériques, n'est pas rectiligne ; elle affecte plutôt une forme de zigzags assez brusques, bien visibles dans le région d'Andavakoëra. Point n'est besoin par conséquent de recourir à des hypothèses compliquées pour expliquer des phénomènes, somme toute, assez naturels de multiplicité et de parallélisme des venues minéralisées.

Mais il y a plus. Il est surabondamment prouvé que la formation aurifère d'Andavakoëra ne se limite pas à la région de ce nom. En direction aussi bien qu'en largeur on connaît, on a piqueté, d'innombrables affleurements de minerais auro-argentifères, marqués en surface par des venues barytiques visibles à plusieurs kilomètres de distance au sud de la ligne

de contact avec le trias. J'ai des notes sur les placers de nombreux intéressés qui sont dans ce cas.

Il faut évidemment trouver une explication d'un ordre plus général que des failles pour donner la clé d'un phénomène aussi répandu et ayant affecté d'aussi vastes surfaces.

Cette hypothèse doit aussi tenir compte de cette particularité qu'on ne trouve pas de filons aurifères dans les formations triasiques puissantes, par exemple dans les grands escarpements qui limitent constamment vers le nord les terrains aurifères, et cependant les venues aurifères sont indubitablement *post-triasiques*, car de nombreuses coupes que j'ai relevées à Ranomafano, Caplong, Ankimandozo, Ambodimadiro et autres en font foi.

Deux faits se dégagent tout d'abord de l'examen du problème :

a) Le contact trias-archéen est un contact anormal, amené par une cassure de l'écorce terrestre. Ceci est prouvé par l'examen des lieux et par les sources chaudes, derniers émissaires d'évacuation des eaux minéralisantes provenant des couches profondes du sol.

On sait que toute cassure de l'écorce terrestre est accompagnée de fractures parallèles, diminuant d'intensité et d'ampleur au fur et à mesure qu'on s'éloigne des lignes principales de forces. Ces sortes de voussoirs s'imbriquent généralement les uns sur les autres de façon à former des tuiles successives. Tout l'est de Madagascar a donné lieu à des phénomènes de ce genre. C'est à eux que sont dus ces pendages constamment dirigés vers l'Est qui m'ont tant préoccupé pendant toute la première partie de mon voyage et dont je n'ai eu la clé qu'après avoir trouvé, dans le Betsiriry, ces mêmes plis, mais non imbriqués cette fois, qui m'ont éclairé sur leur origine.

Ainsi donc, premier point acquis. Il y a eu, à une certaine époque géologique, postérieure au dépôt du trias et même du jurassique, une grande fracture terrestre dirigée nord-est-sud-ouest, allant d'un bord à l'autre de la Grande-Ile, depuis Ambanja jusqu'à Port Loky. Cette fracture et ces satellites ont été, selon toute probabilité, en relations avec (sinon causées par) les venues de roches éruptives les plus diverses : trachytes, syénites et même basaltes, qui abondent le long de la ligne de fracture.

b) Il y a eu en outre *abaissement du trias* et des formations postérieures par rapport à l'archéen. Cet affaissement du trias vers le canal de Mozambique existe aussi dans le Betsiriry : les deux mouvements ont dû être, selon toute vraisemblance, contemporains. Il y a eu, en tout cas, mouvement relatif des deux lèvres, trias et archéen.

Il ne reste plus à présent qu'à faire intervenir l'action des agents atmosphériques, à appliquer en un mot les « causes actuelles », pour expliquer l'état de choses que nous constatons.

Considérons, en effet, la dalle triasique reposant horizontalement sur l'archéen au moment où le phénomène de bascule s'est produit. Il est hors de doute qu'à ce moment une grande partie de l'Archéen, que nous considérons actuellement comme situé à la limite du trias, était profondément enfoncé sous ces dépôts secondaires. Les cassures l'affectaient sur toute son épaisseur, et les dépôts métallifères ne se limitaient nullement aux étages inférieurs du trias (*fig.* 95, page 169).

Nous verrons plus loin les objections à faire à cette hypothèse, notamment à propos de la mine des Raphias; mais c'est déjà un progrès de pouvoir établir une première base dans une étude aussi peu éclairée jusqu'ici par des travaux effectifs.

Elle nous sera surtout utile pour l'examen de la circulation souterraine des eaux qui ont amené la formation minéralisée au point où nous la connaissons à ce jour; mais, avant d'aborder cette partie de ma synthèse, il faut achever l'examen de gîtes alignés sur le contact.

Ce qu'il faut retenir de ce premier exposé de mes idées, c'est la possibilité de trouver des gîtes dépendants de la fracture d'Andavakoëra, *en dehors de la ligne de contact du trias et du côté de l'archéen* seulement.

En effet les fractures initiales se sont évidemment produites suivant les lignes de moindre résistance.

Ces fractures sont postérieures, nous l'avons vu, au dépôt du trias; ce dernier formait donc une vaste armature horizontale, de grès et de schistes, qui a préservé la substratum de tout craquement important. C'est sur les bords que les fractures ou voussoirs se sont produites et non dans la masse des grès.

Appliquant ces considérations aux placers de l'Ambodimanga, je les considère, *a priori*, comme en dehors de la zone principale des fractures des filons d'Andavakoëra; mais ce n'est pas, je le répète, un vice rédhibitoire, c'est plutôt leur irrégularité de formation qui me les fait placer au second rang au point de vue de leur importance économique.

Étude des gisements entre l'Antsiatsia et la Mananjeba

PIQUET ANKIMANDOZO

Il n'en est pas de même pour le piquet dit d'Ankimandozo, situé sur la rive droite de la rivière Antsiatsia, qui est fort intéressant, bien qu'il n'ait été l'objet que de grattages insignifiants, mais sa position est excellente.

C'est sur ce piquet que j'ai constaté pour la première fois que les

filons auro-argentifères de la région traversaient d'une façon indéniable le trias. J'en ai pris une photographie, à titre de document.

L'affleurement barytique et quartzeux se présente sur une sorte d'îlot

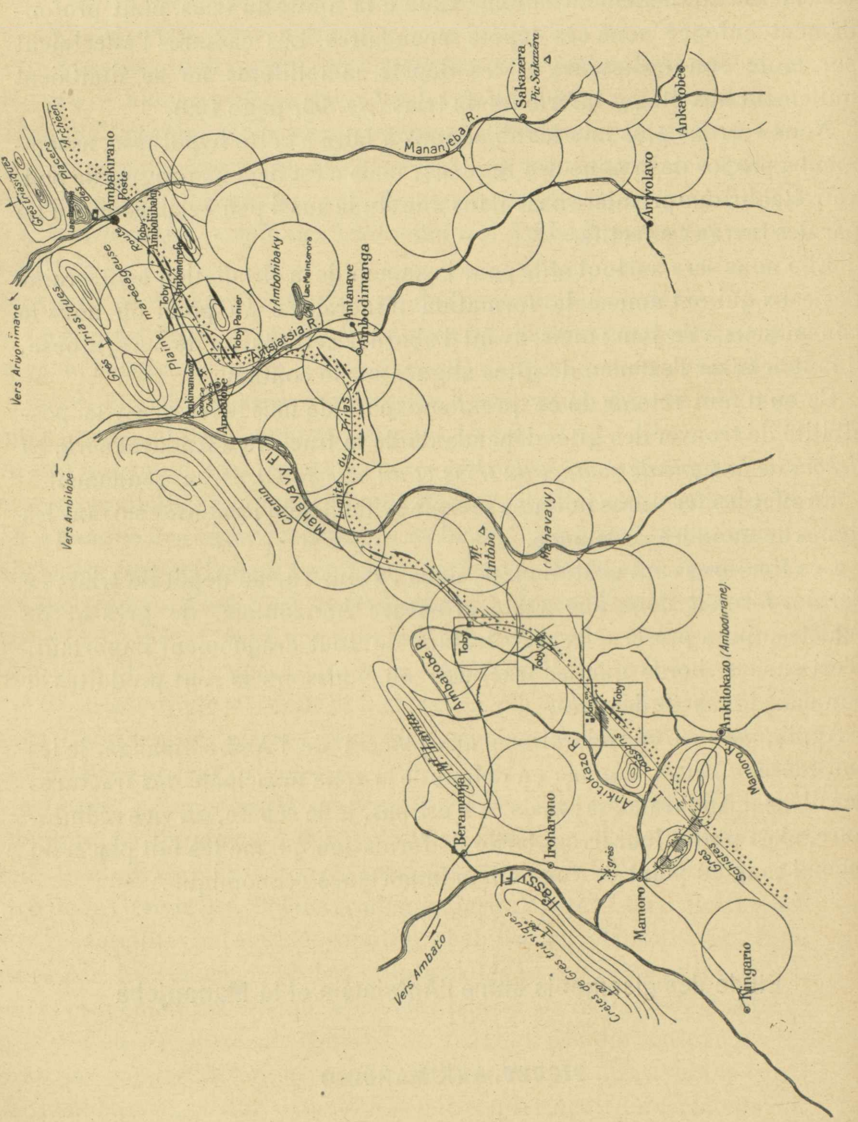


Fig. 71. — Gisements aurifères situés entre l'Ifassy et la Mananjeba. Échelle : 1/400.000e.

de 2 à 3 mètres de hauteur au-dessus de la plaine environnante, actuellement transformée en marécage (25 mars 1911). L'endroit se trouve à 500 mètres environ à l'ouest-sud-ouest du village d'Ankimandozo.

Direction du gîte : Sud-Ouest-Nord-Est. Pendage 70° nord.

Le filon, quartzeux typique avec barytine, quartz en peigne, pyrite de fer, galène et blende, se présente comme l'indique le croquis ci-contre (*fig*. 72). Les épontes, dans la tranchée dont je donne la coupe et qui constituent le seul travail un peu sérieux qui ait été effectué sur ce gisement, sont dans les schistes à poissons de la base du trias. Les strates sont un peu étirées du côté nord, l'éponte sud est plus nette, la cassure est absolument franche. On trouve une coupe identique dans l'avancement est du niveau 25 à la mine de Ranomafano (voir *fig*. 79 ci-dessous).

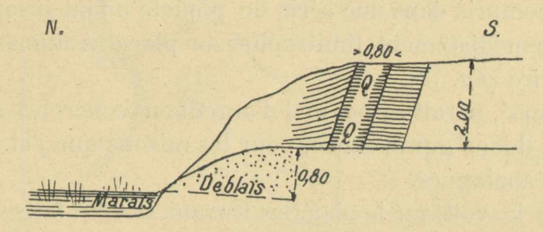


Fig. 72. — Tranchée sur le filon d'Ankimandoso.

Sur d'autres points de l'affleurement vers le centre de l'îlot, le quartz est bréchiforme, les morceaux de brèche étant constitués par des débris de schistes très silicifiés ou par des grès, métamorphisés aussi. La distinction est souvent difficile à cause de la compénétration complète par la silice, qui masque la nature initiale de la roche, mais c'est en tout cas du sédimentaire.

Comme coupe générale, c'est toujours la même que celle déjà reproduite plusieurs fois.

Je n'ai pas pu aller jusqu'à la source chaude à cause des marécages débordants à cette époque de l'année, mais elle est dans l'alignement filonien, tout à fait comme celle de Ranomafano par rapport au toby du même nom dans le district de l'Andavakoera, sur la rive droite de la Mananjeba (*fig*. 76).

Entre cet affleurement et les montagnes archéennes sur lesquelles est construite la maison d'administration (habitation Panier), il y a 2 kilomètres de plaine marécageuse couverte de roseaux et d'herbes palustres, qui n'ont été l'objet d'aucun travail de recherches.

Nous y reviendrons à propos du gisement d'Ambatobé.

Cette coupe démontre en tout cas que le filon reconnu dans le piquet d'Ankimandozo, se trouve dans les meilleures conditions possibles au point de vue purement géologique, en le comparant aux gisements connus par leur richesse sur l'autre rive de la Mananjeba.

Il n'en est pas de même du côté technique. Si on veut poursuivre en profondeur, il faut recourir tout de suite à des puits, pompes à vapeur sérieuses, treuils d'extraction, etc., prévoir en un mot des dépenses

importantes et l'apport sur place d'un matériel minier qui n'existe encore pas dans la colonie. C'est d'ailleurs la véritable raison pour laquelle on n'a rien fait jusqu'ici sur ce gisement.

GISEMENTS D'AMBATOBÉ-MANANJEBA

Ces gîtes, compris dans une série de piquets allant jusqu'à la Mananjeba, sont immédiatement limitrophes au placer Ankimandozo, que je viens de décrire (*fig.* 73).

On a dépensé, paraît-il, pas mal d'argent en recherches superficielles, qui n'ont pas donné grand'chose, pour les raisons que j'ai déjà exposées pour des cas analogues.

Comme on le voit sur le plan, les travaux ont été faits sur un alignement de petites crêtes montagneuses, qui vont de l'Antsiatsia à la Mananjeba en côtoyant, au sud, le chemin qui va d'Ambatobé (Antsiatsia) à Ambakirano.

Un seul des piquets, celui d'Ambondrefo, couvre la plaine marécageuse qui longe, au nord, le chemin précité d'Ambakirano ; c'est, à mon avis, le plus intéressant.

Les principaux travaux sont groupés autour de deux tobys : le plus ancien, celui dit de Panier, est facile à reconnaître à cause de la case perchée sur le sommet d'un mamelon qui s'aperçoit de tous côtés. On y a fait une galerie et divers prospects sur des filons barytiques et quartzeux entrecroisés, sans grande continuité.

Même répétition au toby d'Ambohibaky, plus à l'est, où on a travaillé aussi sur des filons analogues, le tout sans résultats bien nets. On est resté dans les latérites, les filons trouvés sont discontinus et pauvres.

Tous ces prospects sont dans l'archéen.

Au sud de cette ligne, reprennent d'autres piquets, encore plus éloignés du contact. Je ne les considère pas comme aussi intéressants que le piquet Ankimandozo.

Somme toute, les recherches d'Ambatobé ont été éparpillées sur la partie la moins intéressante des propriétés, toujours pour la même raison : à savoir, qu'il était plus facile d'attaquer des galeries ou des travers-bancs en montagne, sans avoir à se préoccuper de l'épuisement que de se livrer à des recherches en plaine marécageuse, exigeant des puits d'extraction, des épuisements, etc., pour lesquels il n'existait pas à cette époque, — il n'en existe même pas en ce moment, — de personnel compétent pour mener de pareils travaux à bien.

Il faut donc, sur ces terrains, changer de méthode de prospection. Leur

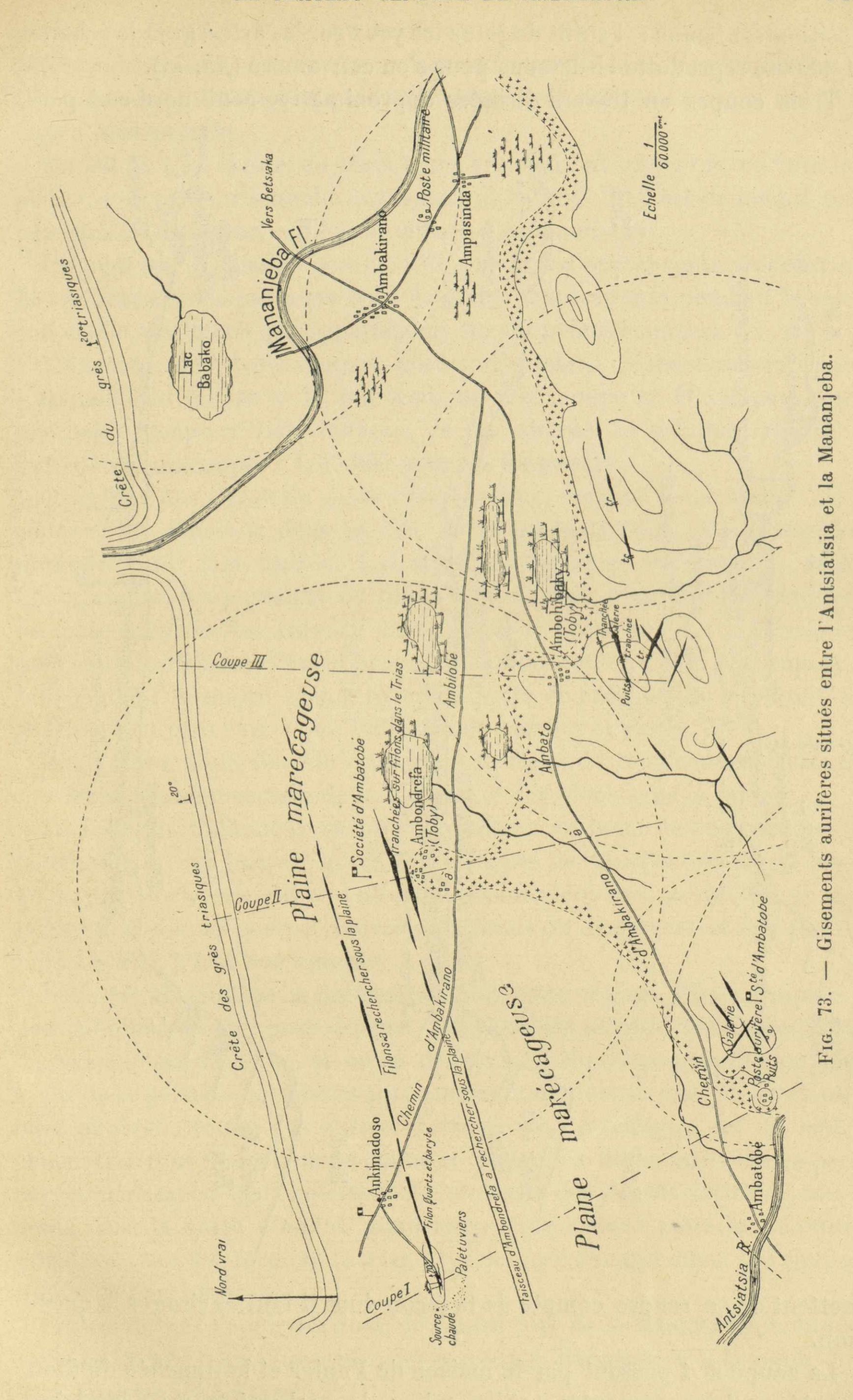


Fig. 73. — Gisements aurifères situés entre l'Antsiatsia et la Mananjeba.

position est bonne ; il suffit de jeter les yeux sur la carte à grande échelle (1/40.000) reproduite ci-dessous pour s'en convaincre (*fig.* 74).

Trois coupes en travers dirigées approximativement nord-sud per-

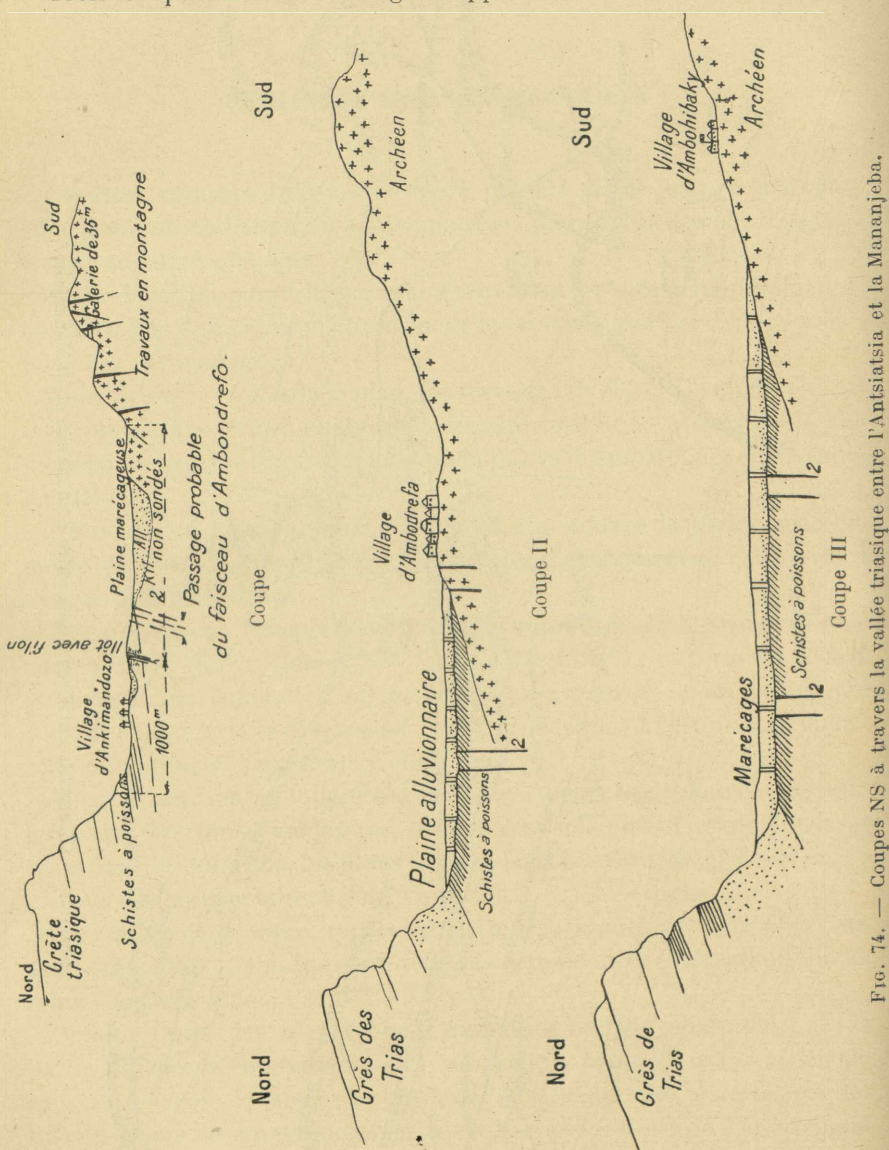


Fig. 74. — Coupes NS à travers la vallée triasique entre l'Antsiatsia et la Mananjeba.

mettent de se rendre compte de la façon dont il faut envisager la question.

La coupe n° 1 passant par la maison de Panier et la tranchée du filon d'Ankimandozo, démontre qu'il y a lieu de rechercher, sous la plaine

marécageuse, la prolongation des filons reconnus par des travaux superficiels analogues à ceux qui ont mis à découvert le filon d'Ankimandozo. Ces travaux ont été pratiqués à quelque cent mètres au nord du village d'Ambondrefo.

On est là à la limite du trias, car l'archéen fait une avancée vers la plaine, avancée sur laquelle est construit le toby. Il en est de même, un peu plus à l'est, pour le toby du village d'Ambohibaky.

On peut se demander comment il convient d'opérer pour procéder à la vérification des passages sous la plaine marécageuse pendant la saison sèche, des filons qui apparaissent sur les points émergés.

L'examen des trois coupes nord-sud passant respectivement par Ankimandozo (coupe n° I), par Ambondrefo (coupe n° II) et par Ambohibaky (coupe n° III), indique, ce me semble, la solution (*fig.* 74). Échelle de ces coupes : 1/40.000 pour les longueurs.

C'est par des *lignes de puits transversales*, comme si on voulait découper une alluvion dans le but de la préparer pour une affaire de dragage, qu'il faut opérer. Les alluvions enrichies marqueront, sans doute aucun, les passages de filons riches et on pourra alors attaquer en toute sécurité des travaux en profondeur basés sur des indications précises et positives. C'est le procédé le moins coûteux et le plus rapide, car, pendant la saison sèche, tous ces puits de prospection se feront à sec ou à peu près et avec un outillage de pioches et pelles.

Il n'y aura donc lieu de recourir à l'emploi du matériel mécanique que lorsqu'on sera certain de la continuité des filons sous la plaine.

Je ne serais nullement surpris que, même au point de vue purement alluvionnaire, on trouve, grâce à ces lignes de prospection allant jusqu'au bed-rock des cubes d'alluvion exploitables avec profit. En y installant une simple pompe centrale, on ferait du découvert et des chantiers à sluice à très bon compte.

Telle est la solution à préconiser pour cette région. Elle est rapide, peu coûteuse, et elle peut donner des résultats positifs dans le courant d'une seule saison sèche, si on se décide à appliquer ce programme dès la fin de la période des pluies qui se termine au mois de mai, en arrêtant, bien entendu, toutes les autres recherches en montagne. En un mot, concentrer tout l'effort sur la plaine et mettre les filons en évidence par la reconnaissance et l'exploitation éventuelle des dépôts aurifères contenus dans la vaste étendue marécageuse qui s'étend entre le pied des grès triasiques qui forment la grande crête nord-est-sud-ouest qui suit la limite de l'archéen.

Cette solution s'applique aussi de l'autre côté de la Mananjeba, notamment au lac ou, pour mieux dire, au marécage Babakoto et à la vallée de la rivière qui s'y déverse.

Là, ces alluvions prennent une telle ampleur que, pour peu que les teneurs soient bonnes, il y pourrait exister des cubes d'alluvions permettant de leur appliquer la solution par dragage, solution économique, mais exigeant la reconnaissance préalable de grands cubes exploitables pour avoir le temps d'amortir le coût élevé de l'appareil. Les personnes que j'ai consultées à ce sujet disent que des sondages ont été faits déjà dans ce but et qu'ils ont été négatifs; mais cette opinion ne me paraît pas devoir être admise sans restriction, car je n'ai vu aucune trace de sondage méthodique au travers de *toute la vallée* de Ranomafano, et parmi ceux que j'ai vus, il y en avait qui étaient pratiqués dans des endroits où les schistes à poissons, *sans alluvion au-dessus*, avaient été consciencieusement creusés sur 2 mètres à $2^{m},50$ de profondeur; bien entendu sans résultats favorables.

La question ne me paraît pas vidée par le résultat négatif d'une prospection faite sur un point seulement et dans des conditions évidentes d'ignorance des principes élémentaires de la formation alluvionnaire. Je ne vois pas comment des érosions aussi puissantes que celles qui ont amené la destruction des grès traversés par les venues filoniennes aurifères, auraient pu disparaître sans laisser leur métal précieux dans le thalweg des vallées dirigées justement dans la direction des filons érodés. Ce sont, en réalité, des conditions idéales pour trouver des alluvions riches en or peu roulé.

Ce qui est certain aussi, c'est que le filon d'Ankimandozo est aurifère dès la surface. On a en effet rencontré de l'or visible dans les travaux superficiels ci-dessus décrits; la terre sur l'îlot bas où l'affleurement est visible donne des couleurs et même des grains d'or d'un certain volume à la batée. Les gens du village ont été vendre à Ranomafano des quartz à or visible volés sur l'affleurement, etc.

Toutes ces indications sont, somme toute, concordantes et me font considérer comme entièrement justifiés les travaux de recherches et de développement que j'ai sommairement décrits plus haut, en vue de démontrer l'existence du prolongement des filons de l'Andavakoëra dans la plaine basse sous laquelle passe le contact trias-archéen entre l'Antsiatsia et le Mananjeba.

Étude des gisements aurifères situés à l'Est de la Mananjeba

Je décrirai ces gisements dans l'ordre où je les ai visités et je résumerai ensuite mon impression générale à la suite de cet examen.

Le plan d'ensemble du terrain avec les principales divisions géologiques figure déjà aux pages 158 et 159 auxquelles je renverrai dans le cours de cette dernière partie de mon étude.

GISEMENT DE RANOMAFANO

Le premier gisement qu'on rencontre après être parti d'Ambakirano est celui de Ranomafano. C'est le plus célèbre (80 kilogrammes en une semaine dans le grand découvert). C'est aussi celui, — et le seul, — sur lequel on ait exécuté en profondeur des travaux miniers proprement dits. Je le décrirai donc avec détail, ce qui me permettra d'abréger pour les autres.

Ils sont tous, en effet, au même point en ce qui concerne l'épuisement des affleurements par les Antaimoros travaillant à façon : les travaux à ciel ouvert ont été conduits avec ardeur jusqu'à la limite d'éboulement des parois et même parfois au delà ; c'est-à-dire qu'on ne peut plus continuer l'emploi de cette méthode commode sans s'exposer à des risques graves. La préparation souterraine est à peine commencée, de sorte que rien n'est prêt pour remplacer cette ressource des affleurements travaillés par des milliers d'orpailleurs « jointifs » par des chantiers de mines proprement dits convenablement aménagés.

Il y a donc à franchir une période transitoire et de préparation, ne fût-ce que pour alimenter le moulin de vingt pilons qui vient d'être terminé, car il n'est destiné à traiter que des minerais venant du fond, les orpailleurs continuant leurs travaux de surface pour lesquels l'emploi des pilons n'est pas nécessaire, vu qu'il exclut le travail à forfait; à tant le gramme d'or, le seul que veuillent accepter les orpailleurs actuels.

Historique. — Les travaux à Ranomafano sont de deux sortes : miniers et alluvionnaires.

Au début, il y a cinq ans, on n'a travaillé que les affleurements du grand filon en pilant les quartz à or visible qu'on retirait du découvert. Ce fut l'âge d'or.

Des milliers de travailleurs, attirés par les gains considérés comme fabuleux que réalisaient les premiers attablés se ruèrent sur les affleurements. Sans avoir à débourser un sou, — les premiers fonds furent même empruntés, personne ne croyant à la réalité de l'affaire, — les deux exploitants en nom : MM. Mortages et Grignon, se trouvèrent rapidement en possession de plusieurs centaines de mille francs.

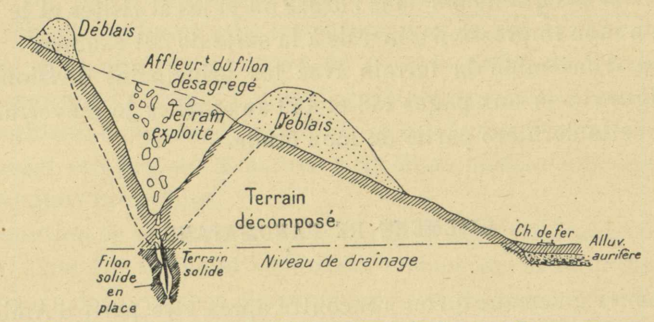


Fig. 75. — Le grand découvert de Ranomafano.

Les conditions les plus favorables à une réalisation rapide de l'or se trouvaient, en effet, réunies : minerai très riche constitué par des morceaux de quartz à or visible épars dans une terre rouge facile à creuser, terre rouge qui n'était autre chose que de la latérite des micaschistes décomposées des épontes ; aucun travail préparatoire à effectuer pour atteindre le minerai ; possibilité de mettre au travail, à la fois, un nombre considérable d'ouvriers ; traitement et extraction de l'or par pilage rudimentaire dans des mortiers en bois, porphyrisation entre deux pierres de grès par les indigènes, pouvant lui aussi se multiplier pour ainsi dire à l'infini. Dans ces conditions, la production arriva rapidement à un chiffre respectable, qui influa nettement sur le total de la production d'or de Madagascar (voir le tableau à la fin du volume).

Tout cela, à présent, est de l'histoire ancienne. Il est impossible d'aller plus bas, dans le grand découvert, sans avoir à remanier et à transporter des cubes considérables de stérile.

Quant à élargir encore les fouilles, le profit à en tirer ne couvrirait probablement pas les frais, car il faudrait remanier une partie des déblais entassés sur les bords de la crevasse. D'ailleurs, des éboulements de parois se sont déjà produits. En un mot il est matériellement impossible de songer à reprendre des travaux à ciel ouvert dans la grande tranchée.

Malheureusement, les travaux souterrains destinés à aller recouper le gîte en profondeur étaient, à l'époque de ma visite (mars 1911), restés pour des causes diverses, tenant surtout à des raisons non techniques, très en retard aussi. Le peu de minerai préparé avait été épuisé pour tenir l'usine en marche pendant quelque temps. On a donc dû, pour

continuer à soutenir la production de cette mine, attaquer l'exploitation des alluvions, tenues jusque-là en réserve. Ce ne sont pas, en réalité, des alluvions au sens ordinaire du mot; les cailloux n'y sont pas arrondis. Le dépôt est constitué par les débris du filon qui sont descendus dans la plaine au pied de la colline sur laquelle a été pratiqué le ciel ouvert.

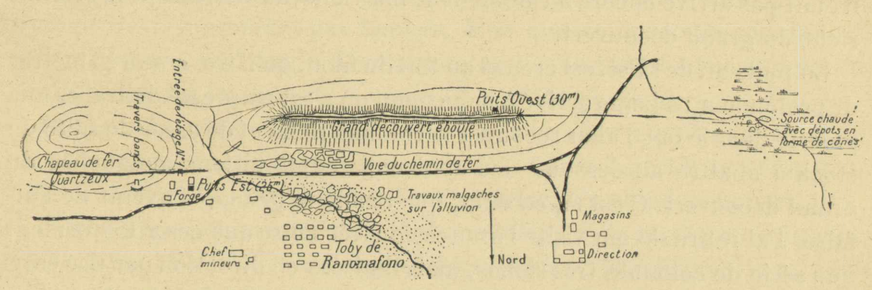


Fig. 76. — Plan des chantiers alluvionnaires à Ranomafano.

Il existe des chantiers de ce genre à droite et à gauche de la ligne du chemin de fer (*fig.* 76). C'est le seul endroit où le toby de Ranomafano fasse de l'or en ce moment. Comme la coupe l'explique, il y a plus de stériles à enlever dans les chantiers situés au sud du chemin de fer que dans ceux au nord ; par contre, les teneurs sont meilleures.

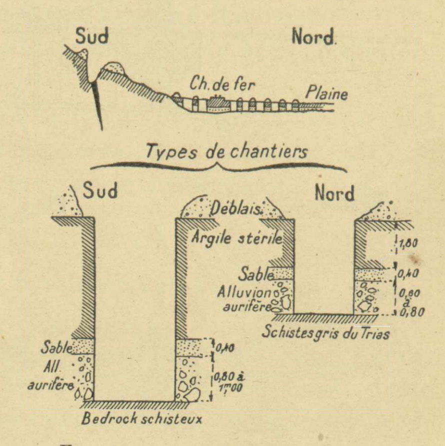


Fig. 77. — Détail des chantiers alluvionnaires de Ranomafano.

L'or libre est recueilli par des femmes laveuses à la batée. Tous les quartz sortis, qui sont très peu roulés et qui sont souvent de gros échantillons, sont soigneusement examinés et cassés, surtout s'ils présentent des taches rouges d'oxyde de fer, signe certain d'enrichissement.

Le bed-rock est gris, schisteux et appartient au trias; la limite passe au pied de la colline. Le découvert est dans l'archéen décomposé. Le puits Est et la galerie d'avancement vers l'Est se trouvent dans les schistes et grès du trias. Ces diverses constatations fixent exactement la position du contact.

Tous les quartz cariés, qui présentent de l'or visible, sont broyés et lavés par les indigènes. On trouve encore de forts beaux morceaux de ce genre, rappelant ceux des beaux jours passés, qu'on déterrait comme des pommes de terre dans la terre rouge de la grande crevasse (*fig.* 41 et 75).

Description des travaux souterrains. — Ce n'est que tout récemment qu'un plan d'ensemble pour la préparation des chantiers souterrains a pu être définitivement arrêté et mis en œuvre. Avant cette réorganisation, on avait malheureusement manqué de moyens d'action, de pompes surtout, de sorte que les travaux n'avançaient que lentement et qu'on n'était pas arrivé encore au moment de ma visite, au-dessous de la colonne riche du grand découvert.

Le puits dit de l'Est, est creusé au toit du filon, qu'il traverse à 25 mètres de profondeur : à peine arrivé à ce niveau, on s'est empressé de tracer une galerie dans le but d'aller recouper la colonne riche et de créer de suite un stock à abattre au-dessous des anciennes exploitations malgaches du grand découvert. C'est là, en effet, que réside le principal avenir de l'affaire. J'ai retiré de ma visite l'impression très nette que ces gîtes forment une série de colonnes très riches, mais limitées en direction par des croiseurs stériles. Si cette loi se vérifie à Ranomafano, il serait légitime d'en étendre l'application aux autres gîtes similaires, et cette donnée précise

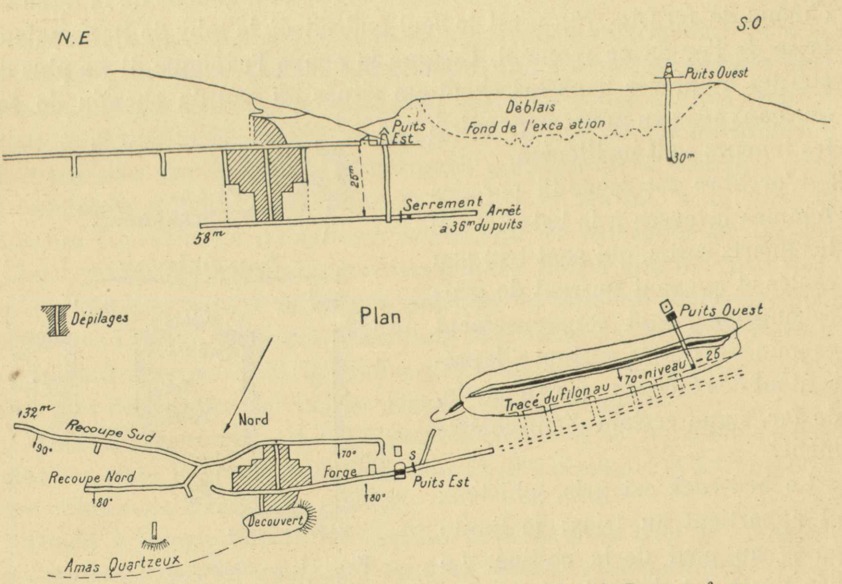


FIG. 78. — Plan et coupe des travaux souterrains de Ranomafano.

simplifierait considérablement les recherches, car on acquerrait du même coup une certitude presque complète au point de vue du jugement à porter sur la valeur en profondeur des autres grandes crevasses travaillées avec tant de profit par les Malgaches dans la région.

On voit donc l'intérêt capital qui s'attache à l'ouverture de cette galerie ouest au niveau 25.

Tel est aussi, je crois, l'avis des ingénieurs de diverses nationalités qui m'ont précédé sur les lieux.

Malheureusement, à l'époque de ma visite, ce travail était arrêté faute d'une pompe suffisante pour assurer l'épuisement.

Il n'existait à la mine qu'une seule pompe d'avaleresse de 25 mètres cubes à l'heure, insuffisante pour faire face à la venue d'eau, mais on s'aidait de l'épuisement par bennes, bien que ce concours soit faible, attendu que le seul engin d'extraction et d'épuisement consistait en un treuil Galland à tambour unique de 12 chevaux de force.

Ces moyens devenant insuffisants, il a fallu, bien à contre-cœur, faire un serrement dans la galerie mesurant 36 mètres à partir du puits. Elle devra en avoir 120 pour recouper l'aval-pendage du grand découvert.

Sans perforation mécanique, c'est une affaire d'un an, à partir du jour où on aura installé des moyens d'épuisement suffisants pour le présent afflux des eaux et surtout pour l'avenir. L'exemple de la mine de Soavinarivo (voir p. 63) est là pour rappeler qu'à Madagascar, il faut être large comme prévisions dans la question des épuisements de mines.

Par les moyens ordinaires, c'est-à-dire sans emploi de la perforation mécanique, il faut compter avec la lenteur des transports, les difficultés de main-d'œuvre qu'on rencontre à Madagascar, au bas mot deux ans, pour avoir préparé un premier étage d'exploitation à Ranomafano. Il me paraît indispensable dans ces conditions de recourir à la perforation mécanique.

Si on procède rapidement à la réalisation de ce programme, on peut dire que l'affaire des mines de l'Andavakoëra aura rendu à l'industrie aurifère naissante de la colonie, le plus signalé des services.

Chaque étage de 25 mètres découpe :

$$220 \times 25 \times 0,40 = 5.500 \text{ m}^3 = 13.000 \text{ tonnes de minerai.}$$

C'est la moitié de ce que doit passer l'usine de vingt-cinq pilons, assez lourds, de l'usine de Betsieka, qui peuvent sans aucun doute broyer 3 tonnes par tête, soit 75 tonnes par jour ou 27.000 tonnes par an.

La mine de Ranomafano, telle qu'elle se comporte en ce moment, est insuffisante, à elle seule, pour fournir, en temps voulu, à l'usine, tout le minerai que ce moulin à or peut absorber. Il faudra broyer en même temps des minerais d'autres provenances. Les points d'attaque ne manquent pas, mais sur chacun d'eux il y aura des frais similaires à avancer. C'est donc une grosse immobilisation qu'il faut prévoir pour développer rapidement cette affaire.

Ce ne sera pas une difficulté si l'on est certain de la prolongation en profondeur des « *bonanzas* » riches de la surface. Autrement dit, l'avenir

de cette importante affaire dépend de ce que donneront en profondeur les galeries qui seront poussées au-dessous des grands découverts qui ont fourni jusqu'ici la totalité des belles productions enregistrées.

Développement vers l'est. — A défaut de moyens d'épuisement, on a développé les traçages vers l'est au niveau n° 1, c'est-à-dire au niveau où les eaux s'écoulent naturellement au dehors.

On n'a pas tenté, et à juste titre, de faire du traçage vers l'ouest à ce niveau-là ; tout ayant été enlevé par le ciel ouvert à cette cote ; il y a même eu des grapillages hardis effectués par les indigènes, au-dessous du fond des travaux.

Du côté de l'est, on a trouvé une passée aurifère (6 à 7 grammes à la tonne de minerai) au-dessous d'une tête de filon que les indigènes avaient attaquée aussi, mais qu'ils ont vite lâchée pour courir à une proie plus aisée et plus riche dans le grand découvert d'à côté.

Cette colonne a été dépilée par gradins descendants et le produit de ses abatages a été employé aux essais de mise en marche du moulin de Betsiéka, usine qui est réunie à Ranomafano par une voie ferrée d'environ 5 kilomètres de longueur.

Ce qu'il faut retenir de ce développement vers l'est, c'est que l'enrichis-

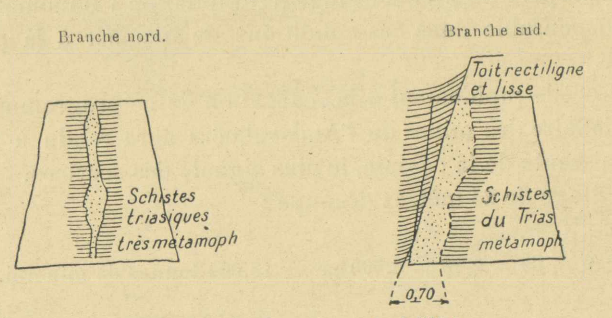


Fig. 79. — Avancements à l'Est.

sement de surface correspond, verticalement, à un enrichissement égal de la colonne quartzeuse. C'est une présomption en faveur de la thèse que *la teneur en profondeur est la même que celle reconnue par les travaux en surface*, sur laquelle on compte pour les travaux en dessous du grand découvert.

Les deux avancements vers l'Est, — il y en a deux car on suit deux veines qui ont fourché à 60 mètres de l'entrée, — étaient, l'un et l'autre au moment de ma visite, dans une partie pauvre en or. La branche sud, qui paraît la plus intéressante, possède une belle épente lisse sur laquelle viennent s'infléchir les strates des schistes permo-triasiques (*fig.* 79). On

remarquera sa complète similitude avec la coupe du filon d'Ankimadozo (*fig.* 72, p. 139).

Tous ces filons sont d'ailleurs en chapelets, avec quartz en peignes ; le remplissage y est souvent bréchiforme. En profondeur, les satellites déjà constatés sur d'autres points : pyrite de fer, blende mielleuse, galène, etc., s'y rencontrent de plus en plus abondamment. L'or se trouve associé à ces minéraux. Tous ces caractères ont été déjà notés dans les gîtes que j'ai décrits depuis que je suis entré dans la région du contact trias-archéen.

Ce qui me paraît ressortir de tout ce que j'ai vu jusqu'ici, ce sont, tout d'abord, les deux directions maîtresses des filons aurifères et de leurs croiseurs. Ainsi, à Ranomafano, il est visible que le schéma de ce gîte est celui que j'indique à la figure.

Fig. 80. — Schéma des filons principaux et des filons croiseurs à Ranomafano.

Les croiseurs quartzeux nord-sud paraissent rejeter ici le filon principal qui est dirigé nord-est-sud-ouest, c'est-à-dire parallèlement à la grande faille trias-archéenne. Nous suivrons, en effet, ces filons nord-est sur toute la longueur des autres mines, jusqu'à Betankilaotra, où ils s'infléchissent au nord et se terminent dans un grand massif éruptif.

Source chaude. — La description et les conclusions à tirer de cette manifestation actuelle de l'activité hydrothermale sera mieux à sa place dans un résumé qu'on trouvera plus loin relatif à la formation des gîtes auro-argentifères du nord de Madagascar.

PLACER CAPLONG

Le gisement appartenant actuellement à MM. les frères Caplong se trouve immédiatement à l'est du « claim » de Ranomafano, dont il est contigu. Malgré cette proximité, les conditions du gisement sont très

différentes — du moins en surface — et méritent d'être notées, car on en tire des déductions qui ont de l'importance.

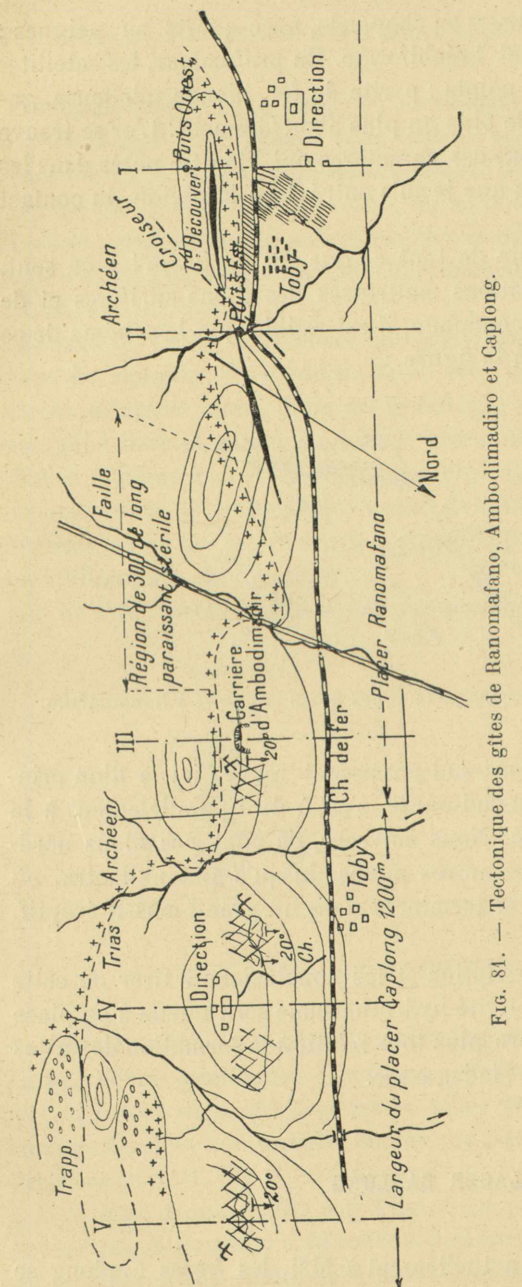


Fig. 81. — Tectonique des gîtes de Ranomafano, Ambodimadiro et Caplong.

Le croquis (*fig.* 81) montre :

1° Que les deux gîtes sont séparés par une région de 300 mètres environ de longueur sur laquelle on ne voit pas trace de minéralisation ;

2° En outre, entre les chantiers du puits de l'est et ceux de la carrière d'Ambodimadiro, — ces derniers appartiennent d'une façon indiscutable au type en stockwerk dans des grès, que j'appellerai le type du toby Caplong, vu que c'est là qu'il est le plus net et le mieux exposé, — il y a une différence profonde que mettent nettement en relief les cinq coupes ci-dessous, relevées sur le terrain même en suivant la limite du trias-archéen (*fig.* 82).

En comparant ces coupes, on s'aperçoit que, si elles sont différentes au point de vue du mode de minéralisation, elles sont au contraire absolument uniformes comme tectonique.

C'est le contact entre une formation archéenne qui s'est déplacée par rapport à un terrain stratifié, — le trias dans l'espèce, constitué par des alternances de grès et de schistes, — le long d'une

fracture qui a servi de véhicule aux agents minéralisateurs. Cette frac-

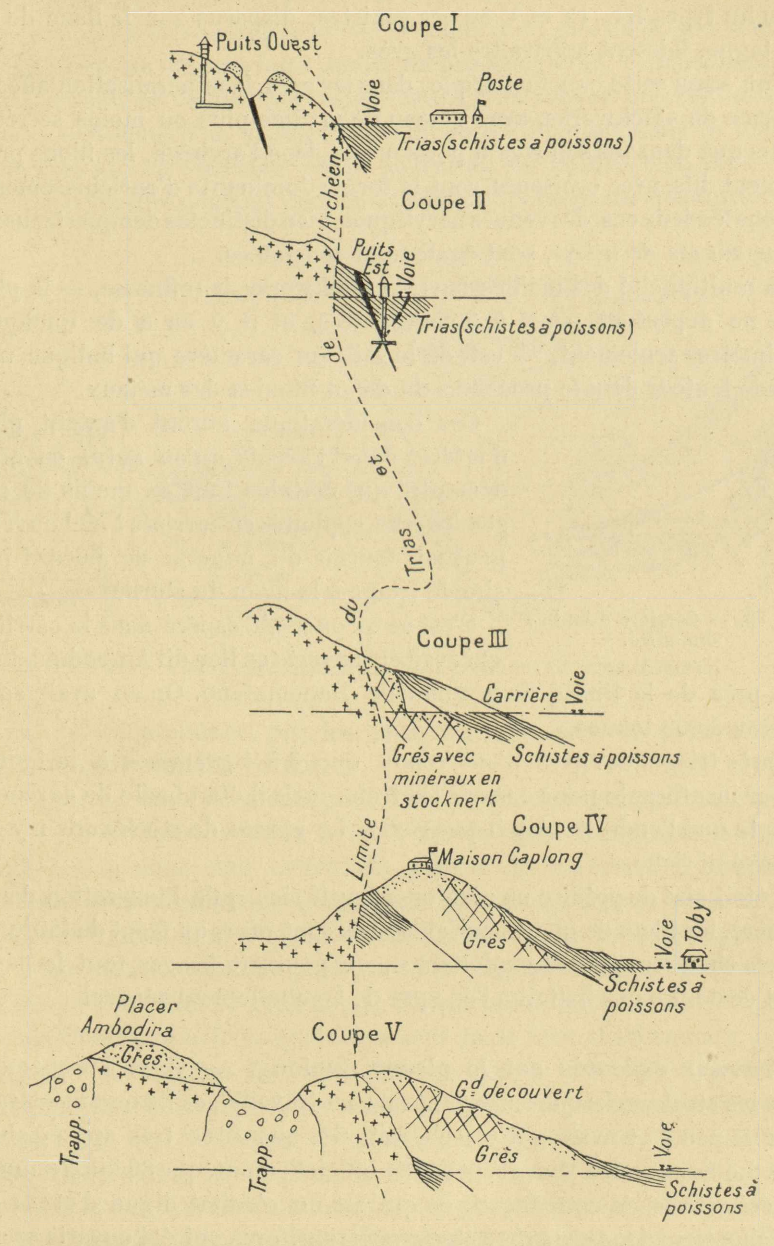


FIG. 82. — Coupes successives du terrain entre Ranomafano et Caplong.

ture a joué, amenant de nombreuses dénivellations et suivant l'impor-

tance des érosions ultérieures, on a les types I et II, où les schistes à poissons superposés aux grès subsistent encore ;

Ou les types III, IV et V où ces schistes, disparus sur le flanc de la montagne, laissent apparaître les grès.

D'où aussi cette conclusion que, dans les grès, la minéralisation affecte la forme de stockwerks, avec réseau de mailles plus ou moins serrées, tandis que dans les schistes à poissons, et dans l'archéen, les filons proprement dits, avec croiseurs, sont la forme dominante d'enrichissement.

Dans les deux cas, des venues barytiques, bien distinctes des quartzeuses, *recoupant ces dernières*, sont également constatées.

La multiplicité des mailles dans les stockwerks, leur finesse, — la plupart ne dépassent pas 2 à 3 centimètres, et il y en a de quelques millimètres seulement, — est, on le sait, un caractère qui indique une grande lenteur dans le processus du dépôt filonien des métaux.

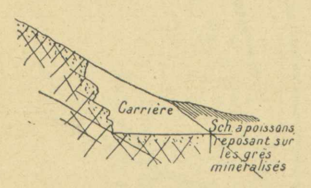


FIG. 83. — Carrière d'Ambodimadiro.

Ces considérations auront d'autant plus d'intérêt dans l'avenir qu'on aura, ou non, démontré que certains tout ou moins de ces stockwerks, exploités en carrière à ciel ouvert, peuvent fournir du minerai de bocard par simple triage à la main du stérile.

C'est ce qu'on avait espéré dans la carrière qui avait été ouverte au lieu dit Ambodimadiro, tout près de la limite de la mine de Ranomafano. On en avait sorti environ 3.000 tonnes.

Après triage, ces grès n'ont rendu que 3 à 4 grammes à la tonne, teneur insuffisante pour couvrir les frais; mais il était facile de se rendre compte que l'endroit n'était pas riche. Le réseau de stockwerk n'y est ni serré ni riche.

Il était aisé de prédire un résultat négatif rien qu'à l'inspection de la carrière, les filets de quartz enrichissants sont rares au front de taille. Si de tels chantiers étaient exploitables, on pourrait broyer tout le pays. C'est ce dont on se flattait à l'époque de l'emballement général.

Travaux exécutés sur le placer Caplong. — C'est uniquement dans les stockwerks que les exploitants ont travaillé, et ils en ont extrait, pour le peu de travail qui y a été fait, des quantités très appréciables d'or. Le Service des Mines reconnaît, officiellement, que 80 kilogrammes ont été retirés, de cette façon, ce qui est un résultat digne d'être cité. Les chantiers dans ces grès à stockwerks aurifères ont été ouverts seulement sur deux points : en dessous de la case de direction et à 350 mètres environ vers le nord-ouest.

Près de la case, on a mis à découvert un filon ou traînée de quartz

formant saillie au sein des grès affleurant aux alentours et ayant les dimensions et position indiquées à la figure 84.

Il est difficile de se prononcer sur la valeur d'un gîte aussi peu démontré. La première chose à faire serait de procéder à un échantillonnage du stockwerk, et le meilleur moyen serait d'en broyer une centaine de tonnes, provenant d'un abatage frais qu'on pratiquerait dans le massif minéralisé mis en évidence, ce qui fournirait un chiffre bien plus certain que celui que pourrait donner un échantillonnage sur quelques cen-

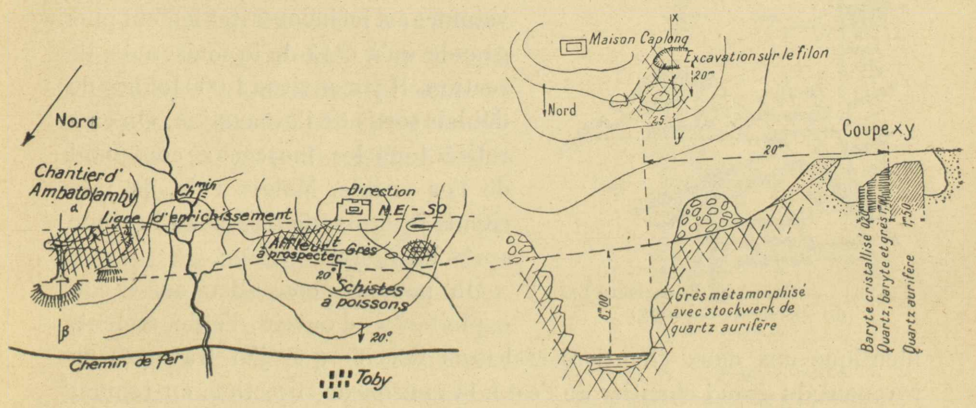


Fig. 84. — Plan d'ensemble et coupe du gisement Caplong (Central).

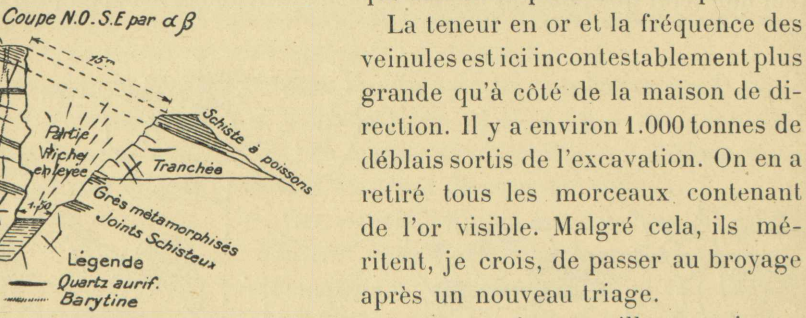
taines de kilogrammes, par les procédés ordinaires de réduction au quart, toujours sujets à erreur.

On pourrait faire de même pour l'autre chantier qui me reste à décrire. L'un et l'autre sont, on le voit sur le plan d'ensemble ci-dessus (*fig.* 84), à quelque cent mètres du chemin de fer allant à l'usine de Betsieka; cette vérification serait donc faite en quelques jours, si des difficultés tenant à des questions de personnes ne s'étaient opposées, à l'époque de ma visite sur place, à cette solution simple et facile.

Comme particularité géologique, il faut noter que les grès compénétrés de filonnets aurifères quartzeux sont aussi très charbonneux. Il y a une masse de mouches noires de charbon qui ne sont autre chose que des restes de végétaux fossiles transformés en charbon; mais la transformation ainsi que l'injection de quartz dans les fentes se sont faites à basse température, car ce charbon contient encore une proportion très appréciable de matières volatiles. On voit par cette observation qu'on est toujours ramené, quand on étudie l'origine de ces gîtes auro-argentifères de l'Andavakoëra, à cette notion de *formation hydrothermale lente, à basse température*, telle que nous la voyons se produire sous nos yeux dans les diverses sources chaudes qui jalonnent la fracture trias-archéen.

J'ai rapporté des échantillons de ces minerais d'or contenant du bois fossile transformé en charbon, qui sont typiques à ce point de vue. Ils font actuellement partie des collections de géologie appliquée de l'École des Mines de Paris où je les ai déposés.

C'est surtout dans le chantier près de la maison de direction que j'ai remarqué ces grès charbonneux; il en existe cependant aussi dans l'autre découvert (chantier Est). J'en donne aussi la coupe à la figure 85 pour que ma description soit complète.



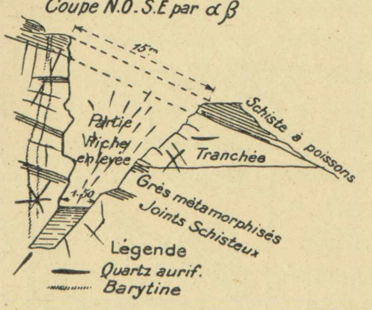


Fig. 85. — Coupe de la carrière Est du gisement Caplong.

La teneur en or et la fréquence des veinules est ici incontestablement plus grande qu'à côté de la maison de direction. Il y a environ 1.000 tonnes de déblais sortis de l'excavation. On en a retiré tous les morceaux contenant de l'or visible. Malgré cela, ils méritent, je crois, de passer au broyage après un nouveau triage.

On pourrait conseiller aussi aux exploitants d'ouvrir l'affleurement, identique aux deux chantiers ci-dessus décrits que j'ai traversés en revenant du grand chantier de l'est à la maison de direction, en remontant les pentes abruptes de la crique. Cela établirait d'une manière incontestable la continuité des stockwerks dans les grès permo-triasiques (le ciment comme l'appellent les exploitants).

Gisements aurifères de la portion centrale d'Andavakoëra

Postes de Betsieka; Andavakoëra (nord et sud); Béreziky; les Raphias; Andimakaomby, etc. — Tous ces postes font partie du domaine de la Société qui exploite la mine de Ranomafano.

Je ne m'étendrai pas longuement sur leur exploitation : elle se trouvait, à l'époque de mon passage, dans une situation identique à celle que j'ai décrite à Ranemafano : travaux à ciel ouvert en voie d'épuisement complet; nécessité de recourir aux traçages par puits et galeries pour maintenir la production. Malheureusement, sur ce groupe, il n'y a absolument rien de fait comme travaux souterrains et, par conséquent, comme préparation de minerai. Une seule galerie a été entreprise sur un filon de Béreziky sud, en face du toby d'Andimakaomby.

On a attaqué un travers-banc destiné à aller recouper le filon en profondeur; mais ce travail s'est égaré, dans une vente adventive.

Si l'exploitation à ciel ouvert proprement dite de ces « tobys » n'offre

qu'un intérêt médiocre, et m'obligerait à des redites, il n'en est pas de même de leur étude d'ensemble. La géologie, relativement simple, de Ranomafano et de Caplong se complique ici non seulement d'éléments nouveaux représentés par des roches éruptives récentes, de natures diverses, mais aussi par des plissements et des failles qui ont profondément modifié la tectonique de ces gîtes.

Je vais tâcher d'exposer clairement ce que j'ai vu et d'en tirer des conclusions.

Je reproduis d'abord, au 1/400.000 environ, la région dont je m'occupe, c'est-à-dire toute la partie comprise entre Betsieka et l'usine jusques et y compris le gîte de Betankilaotra (*fig.* 88).

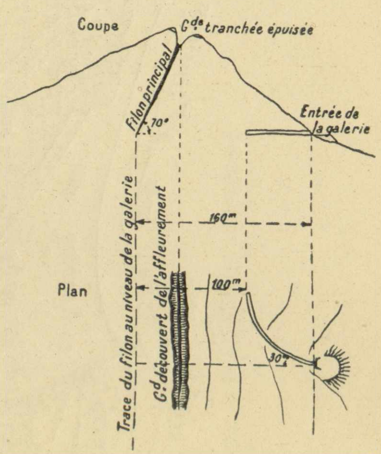


Fig. 86. — Plan et coupe de la galerie d'Andimakaomby.

Constatons d'abord qu'entre Caplong et l'usine il n'y a pas grand'chose d'intéressant au point de vue mines. Le gîte d'Andrafra, en arrière de chez Caplong, a été seul l'objet de quelques travaux qui n'ont pas donné de résultats concluants.

Les autres chantiers sont ce que les Malgaches appellent, par euphémisme, de l'or « de visite », c'est-à-dire provenant de visites faites rapidement aux divers affleurements. Ces « visites » sont, en réalité du vol, mais il n'y a plus guère de coins qui n'aient été prospectés à cette heure, et l'or « de visite » devient de plus en plus rare.

Une autre lacune remarquable se trouve entre le poste d'Andimakaomby et la concession de Betankilaotra. On traverse là une plaine aride constituée uniquement par des schistes formant une sorte de cuvette dans l'archéen. Ce dernier a ses strates très redressées (80° nord), et ces strates forment une sorte de vaste pli : dirigées est-ouest au sud du poste d'Andimakaomby, elles tournent ensuite vers le nord et elles finissent par prendre, aux environs de la maison de M. l'ingénieur des Mines Rouaix, une direction nord 20° est, avec un pendage nord presque vertical.

Ceci prouve un plissement puissant, venant faire buter l'archéen contre les grès aux environs de chez M. Rouaix (Mines de Betankilaotra).

Un alignement éruptif de roches variées, — trachytes gabbros, et même basaltes, — dirigé : Est 20° Nord, traverse d'une manière indiscutable cette sorte de golfe de schistes triasiques et permiens.

Les filons aurifères, au contraire, *ne paraissent pas traverser ces schistes*,

C'est là une constatation très importante, et il est urgent que quelques petits travaux très simples se fassent à l'extrémité du sorte de bec formé

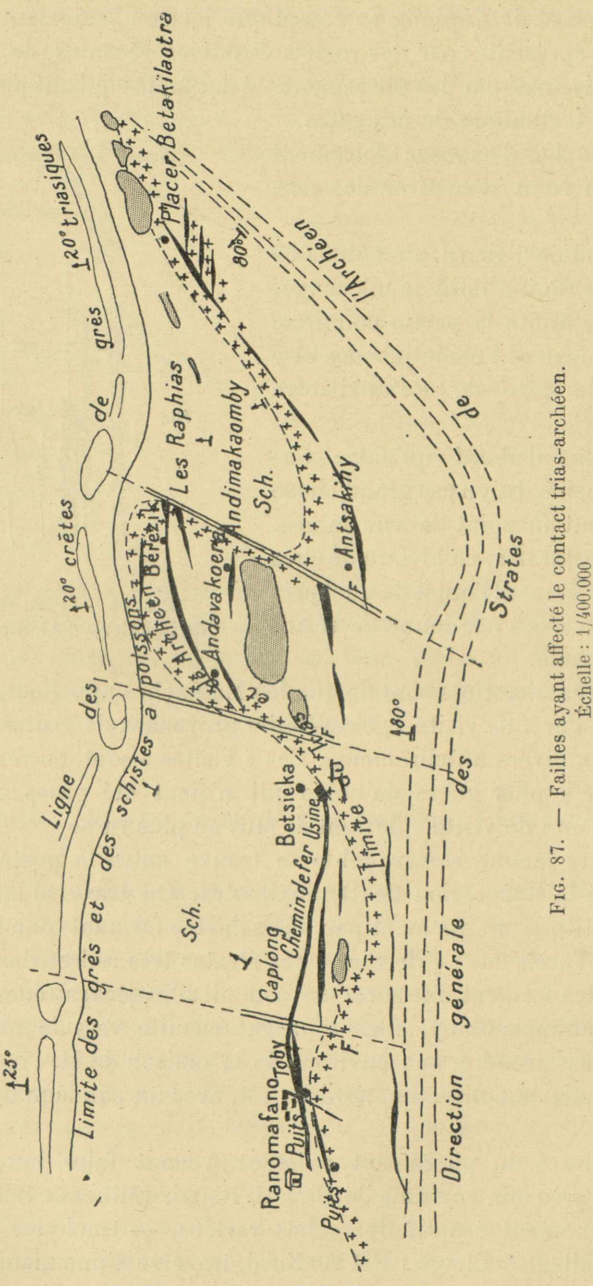


Fig. 87. — Failles ayant affecté le contact trias-archéen.
Échelle : 1/400.000

par la convergence du filon principal de Béreziky avec celui des Raphias pour fixer les idées à ce sujet.

A cet endroit, en effet, les excavations malgaches sont nombreuses

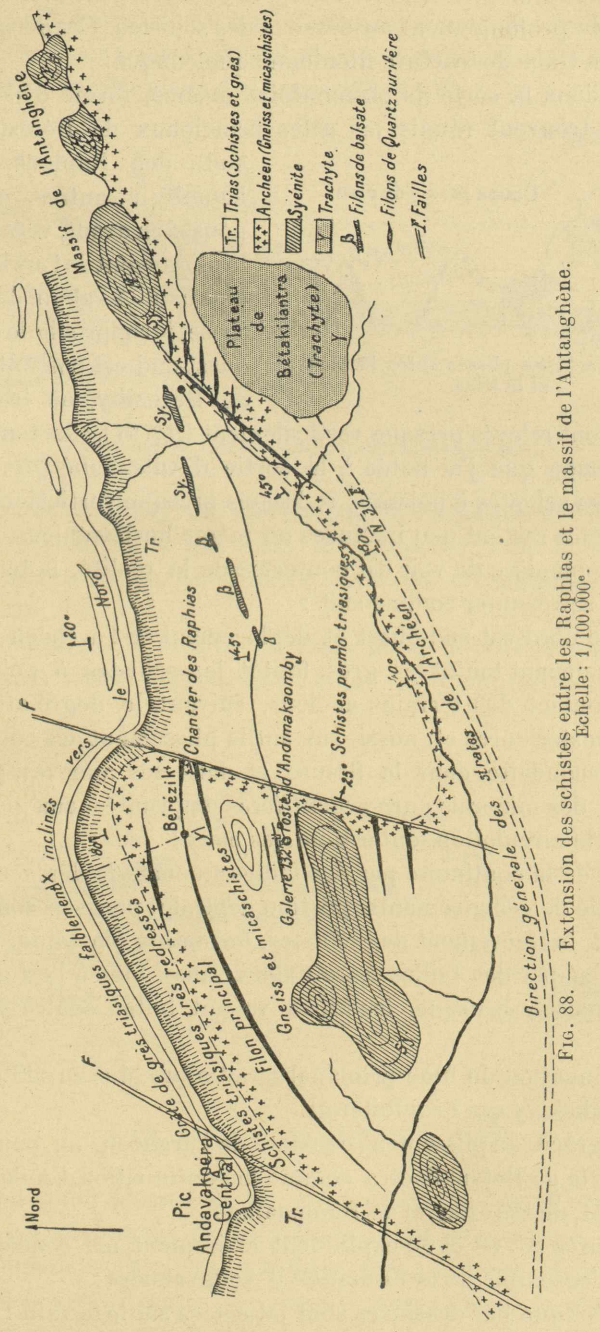


FIG. 88. — Extension des schistes entre les Raphias et le massif de l'Antanghène.
Échelle : 1/100.000e.

sur les deux alignements, mais toutes s'arrêtent au niveau de l'eau, qui

est aussi celui de la plaine, de sorte qu'il faudrait pouvoir s'enfoncer en profondeur, au moyen de puits munis de pompes, pour tirer au clair cette question du prolongement au-dessous des schistes. Ces derniers ne présentent pas trace de fracture filonienne quelconque.

Je vois dans la sorte de promontoire avancé, formé d'archéen, dans lequel se trouvent réunis les gîtes principaux de Béreziky (nord et sud), des Raphias, d'Andimakaomby et autres, un voussoir, poussé en avant, vers le nord, par le plissement de l'archéen signalé plus haut. A l'appui de cette hypothèse, je rapproche la coupe nord-ouest-sud-est passant par le toby de Béreziky, où les schistes à poissons sont relevés presque verticalement (*fig.* 91), exactement comme dans la coupe que j'ai notée à la sortie d'Antsahabé (*fig.* 60) où j'ai reconnu des schistes à poissons redressés presque verticalement, tandis que les crêtes restent peu inclinées ou même horizontales.

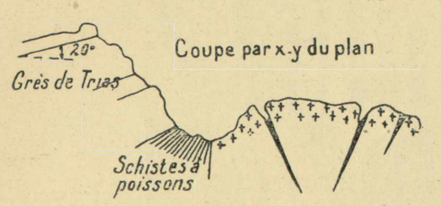


FIG. 89. — Schistes plissés entre l'archéen et le trias.

Si cette manière de voir est conforme de la réalité, la tectonique du pays peut se résumer comme suit :

Fracture nord-est-sud-ouest et déplacement de l'archéen par rapport au trias, amenant tantôt les grès, tantôt les schistes à poissons sur la ligne de contact des terrains anciens, suivant le degré atteint par les érosions postérieures et, aussi, suivant le plissement des couches ;

Dépôt secondaire dans la fissure et dans ses annexes, parallèles et croiseurs, des minerais auro-argentifères empruntés aux gisements primitifs par la circulation souterraine des eaux ;

Rupture de la continuité par des failles amenant le déplacement relatif d'une partie de ces gisements (portion centrale) poussée contre les grès produisant le relèvement des schistes, formation plastique. Le voussoir ainsi terminé par des failles aurait alors, aussi bien à l'est qu'à l'ouest, une terminaison brusque, les filons venant buter contre des schistes stériles.

La continuation du filon principal serait alors plus au sud. Ce serait le poste d'Ankakivy qui l'exploiterait.

Enfin, grâce au plissement constaté de l'archéen, on pourrait considérer le gîte de Betankilaotra comme la continuation d'Ankakivy et, par conséquent, de Béreziky et de Ranomafano.

Les figures 87, 88 et 90 expliquent clairement ma conception tectonique de l'ensemble de la formation d'Andavakoëra :

Les failles que j'ai dessinées sont jalonnées sur le terrain : d'abord par les contours du contact et ensuite par le profil de la crête de grès. Elles

correspondent toutes à des pointements montagneux, témoins de la paroi restée en place après que la fracture s'est produite. Il y en a évidemment de nombreuses autres, que le développement des travaux miniers mettra en évidence ; mais on peut, d'ores et déjà, noter les trois principales marqués sur les plans des pages 158 et 159.

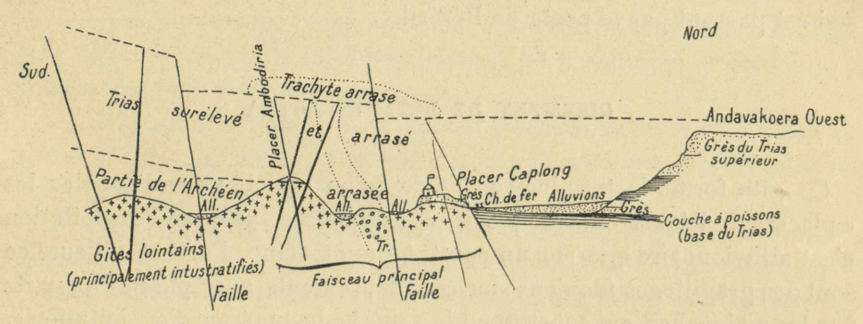


Fig. 90. — Érosions du contact trias-archéen.

Remarquons aussi (*fig.* 91) une coupe qui s'explique encore très bien dans mon hypothèse et qui reste sans réponse avec le système des schistes postérieurs au trias, entre les tobys d'Andimakaomby et de Bétankilaotra.

C'est la coupe par le filon de Béreziky nord, le plus septentrional des gîtes exploités dans la région. Les travaux qui y ont été faits consistent

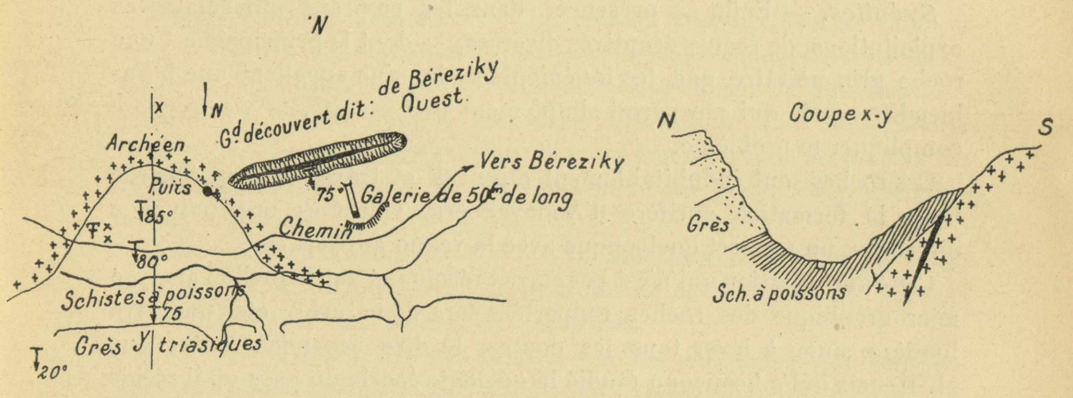


Fig. 91. — Plan et coupe à Béreziky (Ouest).

comme l'indiquent le plan et la coupe ci-dessus (*fig.* 91) en un grand découvert, complètement dépilé jusqu'au fond, en un puits, arrêté par l'eau, pratiqué dans l'archéen et enfin en une galerie de 50 mètres, aussi dans l'archéen, arrêtée faute d'air avant d'avoir recoupé le gîte.

Les schistes à poissons dans lesquels les gros poissons de 0,30 à 0,40

de diamètre abondent notamment en F du plan *ne sont pas traversés* par le filon, très net, suivi dans le puits. Ces schistes, très redressés par la poussée du voussoir, appartiennent à un étage tout différent de ce dernier le recouvrent en partie et sont, naturellement, stériles. C'est, en un mot, un contact anormal, comme indiqué dans la coupe nord-ouest-sud-est passant par le poste de Béréziky.

GISEMENT DE BÉTANKILAOTRA

Ce gîte forme la terminaison de ce qu'on est convenu d'appeler les « placers de l'Andavakoëra », désignation fausse, puisque l'exploitation n'est alluvionnaire que sur un point, à Ranomafano. Partout ailleurs ce sont des grapillages filoniens sur les affleurements, avec pilage du quartz par les malgaches, qui constituent la « méthode générale d'exploitation », si j'ose employer cet euphémisme.

Ce gisement est intéressant au point de vue géologique, parce qu'il complète bien nos notions sur les *branches adventives* du filon principal, branches qui sont ici le principal objet de l'exploitation.

On trouve aussi, dans certaines de ces branches, de l'*argent natif* en cristaux et en dendrites, minéraux caractéristiques des affleurements de gîtes de formation secondaire.

Syénites. — Enfin la présence, dans les environs immédiats des exploitations, de roches éruptives diverses, — dont la principale est une roche gris noirâtre, que les ingénieurs de la mine appellent une hornblendite, mais qui me paraît simplement une syénite, — vient encore compliquer le problème.

Ces roches sont indubitablement alignées et traversent en écharpe toute la formation aurifère d'Andavakoëra. Ont-elles une influence directe ou un rapport quelconque avec la venue aurifère?

C'est une question qui n'est pas encore résolue et sur laquelle l'analyse micrographique des roches rapportées sera de nature à jeter une vive lumière, sinon à lever tous les doutes. Je dois cependant noter que M. Rouaix qui a beaucoup étudié la géologie locale du pays où il réside depuis déjà plusieurs années, qui est en même temps un mineur pratique, dont l'opinion a un poids réel, considère cette roche comme la *roche de fond* (*sic*) de la formation aurifère, c'est-à-dire que ce serait celle qui recouperait en profondeur l'archéen et, *a fortiori*, le trias reposant sur elle en y provoquant l'émigration de l'or, dont la venue par une action hydrothermale postérieure dans les fractures actuelles ne fait pas plus de doute pour lui que pour moi.

Mon impression n'est pas aussi marquée. Certainement ces roches sont alignées sur un espace assez considérable, mais elles n'y forment que des accidents locaux, parfois très peu appréciables. Dans la traversée de la plaine schisteuse basse qui sépare les postes de Bétankilaotra de celui d'Andimakaomby ces syénites ne disparaissent toutefois pas complètement, car il en reste quelques témoins sous forme de minces dykes alignés, à la façon des innombrables pointements de basalte qui se font jour à travers tout le trias de Madagascar.

Il existe aussi un assez grand plateau trachytique au sud du poste aurifère de Bétankilaotra. Je ne vois pas non plus de grande relation avec les gîtes aurifères.

En un mot, j'admets parfaitement que la région de Betankilaotra est essentiellement une région de fractures, ayant donné lieu à de multiples venues de roches éruptives, ayant traversé, pour la plupart, *le trias déjà relevé*, postérieures par conséquent, et de beaucoup, à la formation aurifère.

J'ai déjà dit que mon opinion était bien nette au sujet du mode de formation de cette minéralisation auro-argentifère. Elle s'est faite lentement, par circulation hydrothermale, par le dépôt des eaux qui se sont chargées, aux dépens de roches primitives en profondeur, de sels métalliques divers, notamment de ceux d'or et d'argent de métaux alcalino-terreux et aussi de silice.

Description des travaux. — Le contact trias-archéen se fait, au toby même de Bétankilaotra. entre *grès* et *poudingues* et micaschiste. La ligne de contact passe exactement sous la maison de direction.

Tous les travaux miniers sont dans l'archéen, au pied de la falaise trachytique. Le seul chantier qui soit arrivé à une certaine profondeur est le travail marqué (A) sur le plan d'ensemble que je reproduis à la page suivante (*fig.* 92).

C'est une excavation de $50 \times 40 \times 15$ faite sur le filon principal dirigé ici nord-est, et surtout sur les croisements de ce filon avec des filonets adventifs très riches, dirigés, eux, est-ouest.

C'est sur le quartz de ces filonets que les indigènes, qui sont les maîtres ici comme partout ailleurs, ont fait 15 kilogrammes d'or en janvier dernier (1911).

Le filon principal est quartzo-barytique comme dans le reste de la formation. Il n'est pas riche, et ce n'est pas lui qui est le théâtre des exploits des indigènes. Ces derniers se confinent exclusivement sur les diramations latérales, toutes situées d'un même côté, sur la face sud du filon principal. Ces « barbes » du filon ont, je l'ai déjà dit, une direction est-ouest.

Le maximum de richesse se trouve aux points de croisement. C'est aussi là qu'on trouve de l'argent natif en superbes cristaux ou dendrites. Chose curieuse, cet argent ne contient pas d'or, à l'inverse de l'or qui, ici comme chez les voisins, est au titre de 750 millièmes. De magni-

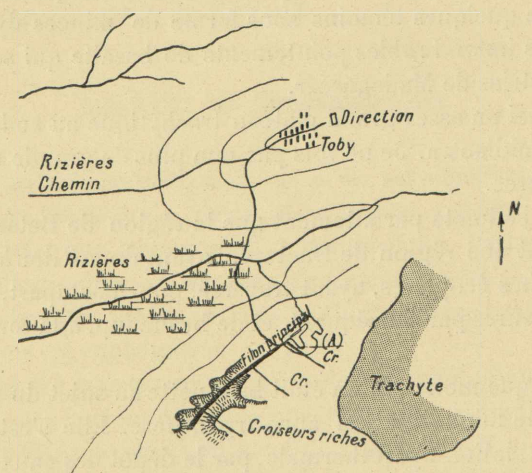


Fig. 92. — Gite de Bétankilaotra. Filon principal et diramation vers l'Est.

fiques échantillons d'argent natif cristallisé de 100 grammes et au delà ont été trouvés.

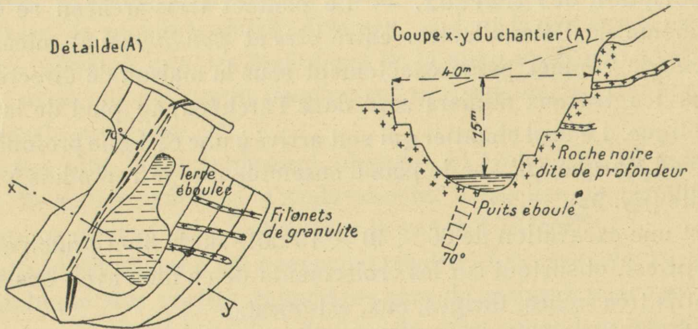


Fig. 93. — Détail du chantier à ciel ouvert ou il à été trouvé de l'argent natif en dendrites.

On ne voit pas ces filonets adventifs dans le grand découvert, parce qu'ils ont été enlevés avec soin par les indigènes. On a même suivi leur croisement avec le filon principal par une descenderie actuellement effondrée. Je n'ai pu en voir qu'une photographie.

Ce chantier était inondé à l'époque de ma visite, à la fin de la saison des pluies. On essayait justement de le rétablir en employant des procédés sommaires d'épuisement dont la photogravure de la figure 94 donne

une idée assez exacte. L'eau est remontée à bras d'homme sur une hauteur de 15 mètres en faisant la chaîne comme pour un incendie.

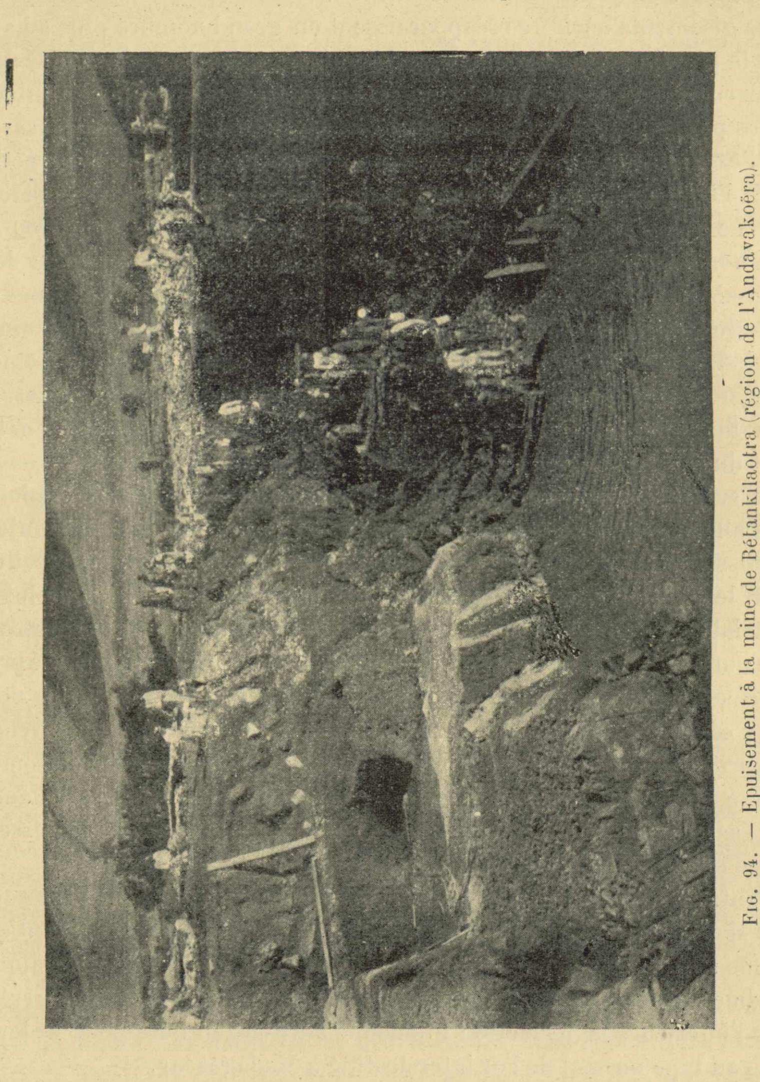


Fig. 94. — Epuisement à la mine de Bétankilaotra (région de l'Andavakoëra).

GISEMENTS DU MANAMBATO

Au delà de Bétankilaotra, les gisements auro-argentifères s'arrêtent après avoir remonté au nord-est en suivant toujours le contact triasique qui se trouve repoussé aussi dans cette direction par des épanchements éruptifs ; mais cette prolongation ne présente plus d'enrichissements aurifères malgré les nombreuses recherches qu'on y a faites. Si on re-

monte plus au nord dans le bassin de l'Ambararatra, affluent de la Loky, on se trouve en plein dans le trias moyen.

Les gisements aurifères réapparaissent en grand nombre plus au sud, dans la province de Vohémar, où de nombreux piquets ont été pris dans ces dernières années, notamment dans le bassin du haut Manambato, où des productions intéressantes ont été déjà réalisées. Je crois savoir que l'exploitation va y recevoir une impulsion nouvelle sous la direction de M. l'ingénieur Rouaix, dont la valeur est une garantie de succès. Il ne s'agit plus ici de gisements auro-argentifères, mais bien du type normal de l'Imerina, avec lentilles aurifères interstratifiées dans les gneiss, or à très haut titre, etc., déjà décrits bien des fois dans cet ouvrage. C'est une des régions susceptibles de développement minier les plus en vue en ce moment. La main-d'œuvre y est malheureusement rare, inconvénient qui est commun d'ailleurs à la plupart des placers.

La limite des minerais auro-argentifères est donc tracée très nettement du côté de l'est.

Au sud du contact, on est moins bien fixé. Cependant des exploitations alluvionnaires qui ont pour théâtre le haut cours de la Mananjeba fournissent des renseignements assez nets à ce point de vue. A cet endroit, le cours de la Mananjeba se rapproche beaucoup de celui de l'Antsiatsia, à telles enseignes que les piquets pris sur l'un et l'autre de ces cours d'eau se superposent en grande partie. Une très vaillante prospectrice de cette région qu'elle connaît à fond pour y avoir fait de nombreux séjours, et son associé, m'ont montré des quartz aurifères venant de leurs terrains, quartz « en peignes » qu'on reconnaît immédiatement comme appartenant au type d'Andavakoëra. Des sources chaudes jaillissent dans le voisinage de ces quartz, augmentant ainsi la ressemblance entre les deux régions.

D'autre part, l'or que ces exploitants recueillent dans le haut cours de la Mananjeba est de l'or rouge, à haut titre, 980 millièmes, identique comme aspect à l'or du plateau central ; cette différence peut s'expliquer en admettant que ces concessions marquent la limite à laquelle s'arrête, dans l'intérieur, la formation filonienne auro-argentifère pour céder la place au type normal de l'or interstratifié à Madagascar.

Étude de la circulation actuelle des eaux thermo-minérales dans la région d'Andavakoëra.

Il existe, le long de la fracture qui suit le contact trias-archéen du nord de Madagascar, une série de sources chaudes, alignées sur la direction nord-est-sud-ouest qu'affecte cette fracture, en relation évidente avec cet accident géologique et des plus intéressantes à étudier, à cause de leur connexité avec les gîtes auro-argentifères.

J'ai notamment étudié la source de Ranomafano située à quelques centaines de mètres du grand découvert de même nom. Je l'ai figurée sur le plan à grande échelle des travaux de surface de cette mine. J'ai même prélevé d'intéressants échantillons du dépôt, très abondant, laissé par ces eaux ainsi qu'une bouteille de cette eau elle-même.

Ces sources chaudes sont très communes dans la région. J'en ai visité trois : celle de Ankimadozo (page 137, *fig.* 73), qui donne des dépôts volumineux, comme Ramanofano, celle près de Betsieka, qui ne donne pas de dépôts ou moins de dépôts constatés par moi car je l'ai visitée dans de mauvaises conditions : le griffon étant envahi par les eaux boueuses de crue du ruisseau voisin et celle ci-dessous décrite.

Nature des eaux. — Ces eaux n'ont aucun goût, aucune saveur saline appréciable. Elles sont légèrement sulfureuses, quoique parfaitement limpides, et elles ne se troublent pas d'une façon sensible conservées en bouteilles. Celles que j'ai conservées depuis le jour de ma visite (30 mars 1911) ne présentent à cejour (mai 1912) aucun trouble apparent. Il n'y a que quelques flocons légèrement brunâtres en dépôt dans le fond.

Pour le moment, je vais me contenter de consigner ici les caractères extérieurs des eaux et des dépôts qui les accompagnent.

Température. — Toutes ces eaux sont très chaudes ; au delà de 62°. Aussi la chute des animaux et des hommes dans les vasques est-elle mortelle. Quantité de grenouilles, littéralement bouillies, jonchent le fond des vasques où elles se sont précipitées, trompées par la clarté et le peu de profondeur de l'eau.

Cônes de dépôts. — Quand on se promène à la surface de la source, au milieu d'un marécage, fort boueux à cette époque de l'année, on est d'abord frappé par l'odeur caractéristique de l'acide sulfhydrique qui se dégage du terrain, bien que l'eau claire qui sourd de divers côtés ne le sente pas, du moins à ce qui nous a semblé.

Les dépôts, très importants, qui forment le sol même entourant les sources sont blanchâtres, assez tendres et jonchent la surface du marais sur plusieurs centaines de mètres carrés. On se rend compte que les points d'émergence ont varié et varient encore, les eaux cherchant toujours les trajets de moindre résistance pour s'épandre en surface.

Aux points d'émergence actuels, couvrant une surface de plus d'un hectare, toutes les formes de vasques et cônes de dépôts concrétionnés se présentent. La principale est une vasque en formation, de $3^m \times 2^m$ de surface. C'est le plus fort point d'émergence, aussi se signale-t-il par de nombreux fétiches : crânes de bœufs enfilés sur des perches, apportés par les indigènes. Ils jettent aussi des monnaies dans l'eau de la vasque, afin de rendre les « vagimbes » propices ; mais, bien entendu, elles n'y restent pas, barbotées par quelques incroyants, race qui fourmille de plus en plus sous toutes les latitudes.

Il existe aussi de nombreux cônes de 1 mètre de haut et de 3 mètres de diamètre à la base, qui ont une coupe particulière. Il y a un vide à la partie supérieure, au-dessous de l'ouverture par laquelle sourd l'eau dont les dépôts concentriques ont constitué la carapace du cône.

En cassant des morceaux de cette carapace, on constate qu'elle est formée de cristaux disposés « en peigne », c'est-à-dire suivant la forme caractéristique des cristaux dans les filons et stockwerks des gîtes d'Andavakoëra.

C'est là une observation d'une importance capitale, car on ne peut qu'être frappé par l'identité de ces deux dépôts, et celui des cônes est, indubitablement, d'origine secondaire, c'est-à-dire emprunté aux roches dans lesquelles ont circulé les eaux thermales et, indubitablement aussi, les eaux qui ont déposé l'or ont circulé dans les mêmes fissures, les mêmes fractures que les sources chaudes actuelles.

L'étude de ces eaux et de leurs dépôts, notamment l'étude chimique, sera donc pleine d'enseignements.

Essai théorique sur de la formation auro-argentifère de l'Andavakoëra. — Il n'est pas douteux, à mon avis, que les métaux précieux proviennent de la dissolution en profondeur et du dépôt à l'arrivée au jour (au jour de l'époque, bien différent de la surface actuelle de la planète), des minéraux dissous.

Comment s'est opérée cette dissolution de l'or et de l'argent dans les formations archéennes sous-jacentes ? C'est une question évidemment très complexe et sur laquelle les hypothèses les plus variées peuvent être imaginées et soutenues. On peut, par exemple, attribuer au trias au contact duquel ces gîtes sont étroitement liés, un rôle direct dans ces

phénomènes. J'ai démontré plus haut que le dépôt des gîtes auro-argentifères est au moins post-triasique). Ce terrain, essentiellement spongieux grâce aux grands bancs de grès et de conglomérats qui entrent dans sa constitution, a favorisé une circulation rapide des eaux souterraines.

Cette conception expliquerait assez bien l'existence de gîtes auro-argentifères, même à une distance assez grande du contact actuel, le trias ayant évidemment, bien que disloqué, occupé une surface beaucoup plus grande qu'à présent sur l'archéen et permis aux eaux par lui fournies de créer, même à distance du contact actuel, par « vadose », une circulation interne hydrothermale permettant à des gîtes tels que $\alpha\alpha'$ de se créer (*fig.* 95).

L'érosion s'étant produite par degrés insensibles, l'action minéralisante a pu se prolonger davantage dans les portions voisines du contact trias-archéen actuel que dans les régions plus éloignées et moins disloquées du soulèvement.

On aurait ainsi la raison pour laquelle les gîtes plus écartés de la bordure triasique paraissent, — du moins jusqu'ici, — beaucoup moins riches et moins développés que ceux situés sur la bordure même.

Il est certain que d'immenses surfaces de l'archéen ont été exposées à cette lévigation souterraine. La présence du grand banc étanche des schistes à poissons à la base du trias, et des schistes permiens du niveau de Bénénitra, en contact direct par conséquent avec les formations archéennes, a considérablement favorisé la circulation à l'abri de l'air sous pression et avec formation de sels métalliques, conditions suffisantes, on le sait, pour dissoudre les métaux précieux, surtout l'argent, très soluble dans les eaux sulfatées.

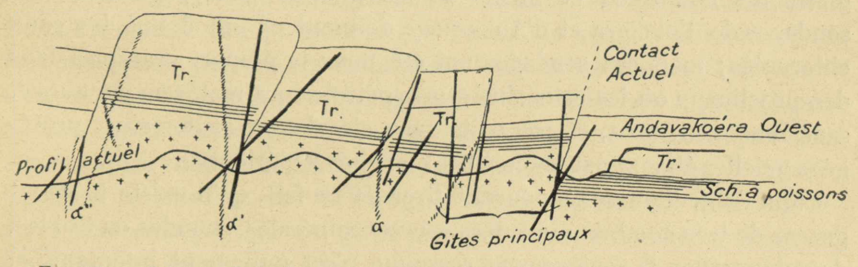


Fig. 95. — Schéma de la formation des gisements secondaires de l'Andavakoëra.

Quelques milligrammes de métaux précieux par mètre cube de roche en place ainsi prélevés sur la masse archéenne à présent disparue, suffisent et au delà pour représenter des enrichissements autrement importants que ceux des filons d'Andavakoëra. Il n'y a donc, à ce point de vue, aucun « hiatus » dans les vues que j'expose.

Ce serait, somme toute, une sorte d'enrichissement *per descensum* qui

aurait produit les filons d'Andavakoëra, l'origine de l'or devant toujours être rapportée — cela me paraît indubitable — au métal précieux déposé *contemporainement avec les roches archéennes*, comme nous l'avons constaté si souvent dans le reste de la colonie.

Cette conception aurait comme conséquence la rapide décroissance de la teneur en or dès que les travaux s'approfondiraient au-dessous de la circulation souterraine des eaux, qu'on estime en général ne pas dépasser 200 mètres. Je parle de la circulation par vadose et non de la circulation par gravité qui, à Andavakoëra, atteint à peine quelques dizaines de mètres. Nous aurons la confirmation de ces vues, à brève échéance, par le développement minier dont cette région sera bientôt le théâtre.

Il est bon de rappeler que les notions générales que nous possédons sur l'époque triasique permettent d'affirmer que ce fut une période d'*émissions siliceuses par sources thermales* des plus actives. En France, notamment, nombre de filons quartzeux ou de bancs de quartzite, si fréquents dans le Plateau Central, sont rapportés à la période triasique. Il n'y a pas une feuille de la carte géologique du Limousin, du Cantal, de la Loire, etc., qui n'en fasse mention. Il y a là un rapprochement qu'il était utile de mettre en lumière.

Évidemment l'étude des sources actuelles en relation avec les filons auro-argentifères incite aux comparaisons des causes actuelles avec celles du passé. Il ne faut cependant pas perdre de vue les différences forcées qui se présentent entre les eaux thermo-minérales actuelles et celles qui ont produit les dépôts filoniens exploités en ce moment. D'abord les chlorures, sels essentiellement solubles, ont en majeure partie disparu. Il en reste bien dans le trias, puisque on en connaît des gisements nombreux et même du sel gemme (voir page 267); les sondages de Folakara et d'Ankaramy donnent ou ont donné des eaux chlorurées; mais ces sondages ont été pour la plupart pratiqués dans des anticlinaux où les eaux ainsi que le pétrole sont restés en puissance, sans renouvellement, et par suite sans circulation souterraine, protégées qu'elles étaient par les couches étanches supérieures.

Enfin l'objection qu'on pourrait tirer de ce fait, qu'il existe à Madagascar de très nombreuses autres sources minérales, chaudes ou froides, dans lesquelles le soulèvement triasique n'est nullement intervenu, et qui n'ont eu aucune influence sur la minéralisation en or des filons ou gîtes quartzeux avoisinants, n'est pas fondée.

Ces eaux, pour la plupart bicarbonatées sodiques, ont une toute autre origine. Elles dépendent de phénomènes volcaniques récents bien postérieurs au crétacé et elles déposent des tufs et des calcaires, comme à Antsirabé, qui n'ont rien de commun avec les dépôts siliceux que je viens de décrire.

PIERRES PRÉCIEUSES

Les premières pierres précieuses découvertes à Madagascar provenaient du lavage des sables alluvionnaires des cours d'eau et s'obtenaient par un traitement à la batée tout à fait comparable à la méthode de lavage de l'or. Grâce à l'abondance de ces gemmes, il s'est créé des exploitations sur un grand nombre de points, ce qui permet de classer leurs gisements d'après leur origine géologique et d'en tirer des déductions pour l'avenir.

Comme pour l'exploitation de l'or, celles des pierres précieuses est entièrement entre les mains des indigènes opérant pour leur compte, dirigeant leurs chantiers à leur guise, l'exploitant européen n'intervenant que pour payer, au prix fixé, les pierres brutes ou égrisées que leur livrent, à *prix* convenu, les tâcherons qui travaillent sur leurs terrains. Cette formule commode, vu qu'elle n'exige de la part de l'exploitant aucune mise de fonds préalable, a été et est encore actuellement la base de l'industrie des gemmes dans la colonie, mais elle évolue déjà vers une période nouvelle où l'intervention des Européens deviendra plus directe et plus indispensable lorsque, les alluvions à gemmes étant épuisées, il faudra s'adresser aux gîtes primitifs de ces pierres pour assurer la continuation des travaux.

Si, en effet, l'extrême diffusion de l'or dans les terrains archéens de la colonie a permis aux phénomènes d'érosion de donner naissance à de très nombreux placers disséminés sur toute la surface de l'Imerina, il n'en est pas de même pour les gemmes. Les alluvions à pierres précieuses sont nettement localisées sur certaines zones et, dans ces zones, sur certaines vallées, de sorte qu'il a été facile de circonscrire les investigations au point de vue de l'origine de ces pierres. On s'est rapidement rendu compte que les gîtes primitifs sont les nombreux filons de pegmatite et de granulite qui traversent les terrains anciens, surtout quand ces intrusions ont été accompagnées de phénomènes métamorphiques ayant affecté des bancs de calcaires cipolins, si nombreux dans le centre de l'Ile (région d'Antsirabé). Nombre d'exploitants indigènes travaillent déjà les têtes de ces filons, que la kaolinisation de feldspaths rend attaquables par les procédés les plus simples, les seuls dont disposent les Hovas.

A ces gîtes dans les pegmatites, je suis en mesure, à la suite de mes

observatíons personnelles, d'en ajouter d'autres, non signalés en tant qu'origine, dépendant de phénomènes éruptifs beaucoup plus récents. Ce sont les gisements de rubis et de saphirs en relation avec les massifs volcaniques de l'Ankaratra et du Vontovorona. Ainsi qu'on le verra plus loin, j'ai été assez heureux pour découvrir des basaltes et phonolites contenant dans leur masse des gemmes provenant de la digestion des gneiss traversés par ces éruptions récentes. C'est la destruction rapide par les agents naturels de ces roches éruptives qui a produit les placers à gemmes du massif de l'Ankaratra.

Mais, avant d'aborder l'exposé des gisements en place, il convient de donner un rapide aperçu sur les espèces minérales qui se trouvent à Madagascar, espèces extrêmement nombreuses dont il serait trop long de faire la nomenclature complète. Je me bornerai aux principales. La colonie présente, en effet, une remarquable variété de pierres de couleur, qui ont fait la réputation du district des monts Ibity et de la fameuse vallée de la Sahatany, célèbre par le nombre et la beauté de ses associations cristallines dont elle a fourni de magnifiques échantillons à tous les cabinets de minéralogie.

Corindons. — Ils sont très abondants dans les alluvions aurifères, des provinces du Vakinankaratra, d'Ambositra et de Fianarantsoa. Les variétés colorées, rubis et saphirs de diverses nuances, se rencontrent en menus fragments et en cristaux peu roulés, surtout quand leur origine est une roche éruptive récente ; on en verra plus loin la raison. Ces pierres sont malheureusement trop sombres comme couleur ; cette observation s'applique surtout aux saphirs ; ces gemmes sont généralement accompagnées de zircons, de grenats, de cymophane et de tourmaline. M. Vuillerme, expert lapidaire, qui a étudié ces pierres en 1906, décrit de beaux saphirs dits saphirs d'Orient au pied sud-est de l'Ankaratra et des rubis (variétés de Siam et d'Orient) dans le lit de la rivière Ambahatra, affluent du haut Onivé, où ils étaient associés à des grenats et à des zircons.

Les corindons se rencontrent aussi en abondance dans la région d'Ambatolampy.

Enfin la région d'Ihosy, dans la province de Bevotaka, contient des corindons rosés et vert pâle, en relation avec les calcaires cipolins métamorphisés de la région.

En résumé, on peut dire que les gisements de corindons dans les pegmatites et granulites de Madagascar, ainsi que les alluvions qui en proviennent rentrent dans le cadre des gisements classiques de ces gemmes. Comme gîtes analogues dans la granulite, on peut citer ceux de l'Inde, du Thibet, de la Chine, des monts Ourals, dont la désagrégation

superficielle isole les gemmes. Dans l'Inde, les corindons sont les satellites habituels du diamant, rattachés par de M. Launay aux granulites. Cette connexion ne paraît pas établie jusqu'ici à Madagascar, où il n'est pas démontré que cette pierre précieuse ait été jamais trouvée, malgré des bruits contraires périodiquement mis en circulation. En tout cas, je n'ai vu aucun des nombreux corindons non égrisés que j'ai maniés, présenter des égratignures et des rayures qu'aurait provoquées le diamant s'il en existait dans ces gisements, vu que c'est le seul corps qui raye le corindon.

Comme type de corindons dans les dolomies à rapprocher des gîtes contenus dans les cipolins de la Sahatany, on peut citer encore ceux du Saint-Gothard, de Brunnen et ceux du Pamir occidental dans la vallée du Piandje. M. Lacroix en a signalés dans un cipolin de l'Ariège, où ils sont associés avec du spinelle ($MgO\ Al^2O^3$), du rutile violet (TiO^2) et de la chondrite ($8MgO,\ 3SiO^2$).

Émeri. — En outre des corindons colorés et transparents aptes à la taille, on trouve à Madagascar des alluvions contenant des quantités considérables de corindon opaque, de couleur foncée brun chocolat, parfaitement cristallisés en fuseaux, c'est-à-dire dans la forme.

$$l_3,\ i\,(d'.d^{\frac{1}{5}}.\,b^{\frac{1}{5}}.)\ \underline{l'}.\underline{d'}.$$

Ces faces sont souvent arrondies. Les dimensions des cristaux parfaits sont relativement considérables, en moyenne $0^m,12$ à $0^m,15$ de longueur sur $0^m,04$ à $0^m,06$ de diamètre. On les expédie en Europe où ils sont broyés, assortis ensuite comme grosseur et agglomérés pour la fabrication de meules à ébarber les métaux. Ils sont très supérieurs pour cet emploi aux émeris amorphes ou en masses, comme ceux de Naxos et commandent des prix très supérieurs à ces derniers. La tonne de cristaux de ce genre vaut de 300 à 320 francs suivant qualité, prix qui laisse un bénéfice certain aux exploitations des environs d'Antsirabé, qui n'ont que 40 francs de transport à payer pour venir au chemin de fer. On compte déjà sur une exportation de 600 tonnes par an pour ce seul district. C'est une industrie à encourager, car elle est à la portée des petites bourses, vu qu'elle n'exige pas de mise de fond préalable et que plusieurs maisons de commerce de Tananarive sont acheteurs, à bureau ouvert, et à des prix raisonnables. Les corindons industriels abondent dans la région d'Ambatolampy et aussi au nord de la capitale, aux environs d'Ambohitrabiby.

Le gisement originaire de ces gros corindons ne m'est pas connu,

mais je le soupçonne au sein des micaschistes qui contiennent les placers dont on les retire.

Tourmalines. — Ces pierres constituent, avec les corindons, la majorité de la production malgache. On en trouve des variétés très nombreuses, quelques-unes particulières à Madagascar et auxquelles M. le professeur Lacroix a consacré une large part dans sa magistrale publication sur la minéralogie de la France et des Colonies. Afin d'éviter des redites, je renvoie à ce magnifique ouvrage pour tout ce qui est relatif à l'étude minéralogique de ces espèces, en me cantonnant dans la partie géologique et industrielle du sujet.

On sait que les tourmalines sont des silico-borates de composition très variées : la variété ferrifère est noire ou d'un vert foncé ; la ferro-magnésienne est brun foncé, vert foncé, saumon ou orangé. Les tourmalines lithinifères et magnésiennes sont rouges, vertes ou faiblement colorées en rose ou en vert pâle ; rouge vif si le manganèse est en excès (rubellites), vertes ou bleues (indicolite), si le fer vient s'y ajouter.

La majorité des tourmalines de Madagascar présentent des zones diversement colorées qu'on tâche de séparer et de classer par l'égrisage. Les teintes rouges ou jaunes prédominent. Les cristaux atteignent parfois des dimensions considérables : $0^{m},30$ de long avec $0^{m},10$ de diamètre ne sont pas des dimensions extraordinaires.

PRINCIPAUX GISEMENTS EXPLOITÉS DE TOURMALINES.

Région d'Antsirabé.

1° *Ouest d'Antsirabé.* — Massif de la Vohitra au nord-est de Betafo (rubellites et indicolites) ; Betafo et ses environs (rubellites et tourmalines diversement colorées) ; mont Trafo ; mont Angodongodona (rubellites et tourmalines vertes) ;

2° *Sud d'Antsirabé.* — Monts Ibity ; vallée de la Manandona. C'est la région la plus importante par le nombre et la beauté des pierres qu'on y trouve, aussi ai-je jugé intéressant d'en donner une monographie qu'on trouvera plus loin. On distingue trois groupes principaux d'exploitation à savoir :

a) *Ouest de l'Ibity :* mont Andrianampy (rubellites); mont Manitra (rubellites) ; rivière Sahatany (rubellites et tourmalines vertes) ; mont Maroandro (rubellites roses) ;

b) *Sud de l'Ibity :* monts Tsaratanana et Fiorenana (tourmalines vertes et rubellites) ; mont Tsilazaina, gorges de la Manandona (rubellites et

tourmalines colorées); Antandrokomby, Antaniménabé (rubellites); Ambavatapia (tourmalines vertes et colorées);

c) *Est de l'Ibity :* versants est et ouest de la rivière Manandona, qui contourne le mont Ibity; Ambohiponana; pic de Vohimarina; Ambohimanarivo; pic de Vorondolo; source de la Sahatorandrika (tourmalines noires).

3° *Sud-est d'Antsirabé.* — Région de Fisahanana jusqu'au mont Ambatondrangy.

II. Région d'Ambositra.

Environs d'Ilaka (rubellites); Ambaton-jirika (rubellites); mont Andalona (tourmalines colorées).

III. Région de Fianarantsoa.

Zamandava; monts Tsitondroina et Tsiazo (rubellites); mont Fehibarika (rubellites); monts Hiaranana, Marovato et Vohidolo (tourmalines vertes).

Dans tous ces gisements, les tourmalines proviennent de la désagrégation des granulites et des pegmatites qui traversent les schistes cristallins, les cipolins et les cornes vertes, ces dernières roches n'étant d'ailleurs autre chose que des cipolins métamorphisés.

On les trouve aussi dans ces mêmes roches en place.

Béryls. — Les Béryls sont des silicates d'alumine et de glucine $3GlOAl^2O^36SiO^2$, ou $GlAl^2Si^6O^{18}$ dont la couleur varie par suite de la présence de petites quantités de matières diverses. Ces pierres portent alors des noms variés.

A Madagascar, les béryls les plus recherchés sont ceux de couleur claire : rose ou bleue. Ils sont généralement d'une très belle eau et de vente facile. La chrysolite est un béryl jaune verdâtre à éclat vif. Le vert de mer constitue la pierre dite aigue-marine. On réserve le nom d'émeraude aux pierres d'un beau vert d'herbe. L'émeraude est une des plus belles pierres de joaillerie. Jusqu'ici les émeraudes de Madagascar se sont montrées de qualité assez médiocre, contrairement à celles de couleur rosée ou bleue.

Les cristaux de béryl sont fréquemment de très grandes dimensions. Il y en un à vendre en ce moment à Tananarive qui a 1 mètre de haut et $0^m,25$ de diamètre avec ses arêtes latérales et une base chargée de facettes en bon état. Il pèse plus de 100 kilogrammes. C'est par l'égri-

sage patient de ces énormes cristaux qu'on arrive à trouver des fragments sans tares pouvant être envoyés à la taillerie.

Les béryls accompagnent fréquemment les tourmalines dans les filons de pegmatite. Avec eux on trouve habituellement des masses considérables de quartz blanc, hyalin, fumé, rose, améthyste, etc., qui sont l'objet d'une certaine exploitation, bien que la demande pour ces quartz, surtout pour ceux de fantaisie, plus ou moins colorés, soit irrégulière comme quantité et comme prix.

ANALYSE D'UN ÉCHANTILLON DU BÉRYL ROSE PROVENANT DE TSILAZAINA FAITE AU LABORATOIRE DU SERVICE DES MINES, A TANANARIVE

Silice	65,20
Alumine	17,70
Manganèse	3,25
Glucine	11,25
Magnésie	0,21
Chaux	0,60
Perte	1,79
	100,000

Les principaux gisements de béryls actuellement exploités sont les suivants :

I. — RÉGION D'ANTSIRABÉ.

1° *Ouest d'Antsirabé.* — Régions d'Antanamalaza, de Masofenoarivo (béryl bleu ou vert dans quartz rose); régions d'Ialamalaza, Ambohimanana, mont Tongafeno (béryl bleu ou vert olive dans quartz rose); pic de Maropapango et monts Vohitromby et Mariana (béryl vert, pierreux).

2° *Sud d'Antsirabé.* — Source de la Sahatorandrika (béryl associé à de la tourmaline noire); Ambatoharana; Amboaray (béryl bleu verdâtre) ; mont Vorondolo (béryl vert pierreux) ;

3° *Est d'Antsirabé.* — Région du Vontovorona, de Iankinama et du mont Vohibé (béryl et quartz, colorés tous deux en rose) ;

4° *Sud de Betafo.* — Environs du village de Mahaïza. Plusieurs exploitations florissantes de béryl bleu dans des filons de pegmatite traversés eux-mêmes par des basaltes, au voisinage de grands bancs de quartzites.

II. — RÉGION DE FIANARANTSOA.

Environs d'Ikalamavony, région d'Andabomaro ; les rives de la Marambovona (petits béryls bleus) ; Maseza (béryls bleus et verts dans du quartz rose).

On peut citer encore, au sud-ouest de Fianarantsoa, les béryls du mont Ambatomanga qui sont bleus, comme le nom l'indique (ambato = pierre ; manga = bleue).

Grenats. — Le grenat almandin est abondamment répandu dans tous les terrains cristallins de Madagascar. On a observé une relation assez constante entre les gîtes aurifères et les micaschistes et gneiss encaissants chargés de grenat. On en voit un bon exemple à la mine d'Antsolabato (voir p. 76).

Les grenats d'un rouge vif comme ceux de Bohême (pyrope, escarboucle) ne se rencontrent guère à Madagascar. On y connaît et on y exploite au contraire avec une certaine activité le grenat spessartine, d'un beau jaune cuivré qui trouve son emploi dans la joaillerie de fantaisie.

Zircon. — Le Zircon ($ZrSiO^4$) cristallisé, en prismes quadratiques, acccompagne généralement les alluvions aurifères de la rivière Matilalana (district de l'Ikongo et en particulier celles de son affluent de gauche la Sandranampona). Les basaltes et les phonolites du Vontovorona (voir p. 183) en contiennent aussi en abondance. La rivière de l'Ihosy et la région comprise entre Antambohibé et Antananarivokely donnent aussi beaucoup de zircons.

En thèse générale, les zircons de Madagascar sont d'une belle eau, mais de dimensions trop faibles pour le commerce. On leur préfère comme teintes et comme volumes, les belles rubellites des environs d'Antsirabé.

Géologie des Monts Ibity. — Voici maintenant quelques exemples pris parmi les gisements des pierres précieuses que j'ai visités pendant mon séjour à la colonie, choisis, parmi ceux qui m'ont paru les plus typiques au point de vue géologique et technique, sans donner sur leur valeur commerciale aucune indication ou appréciation qui serait de nature à gêner les exploitants qui m'ont fait confiance et qui m'ont gracieusement donné accès sur leurs travaux.

Je donnerai tout d'abord une étude d'ensemble sur les monts Ibity,

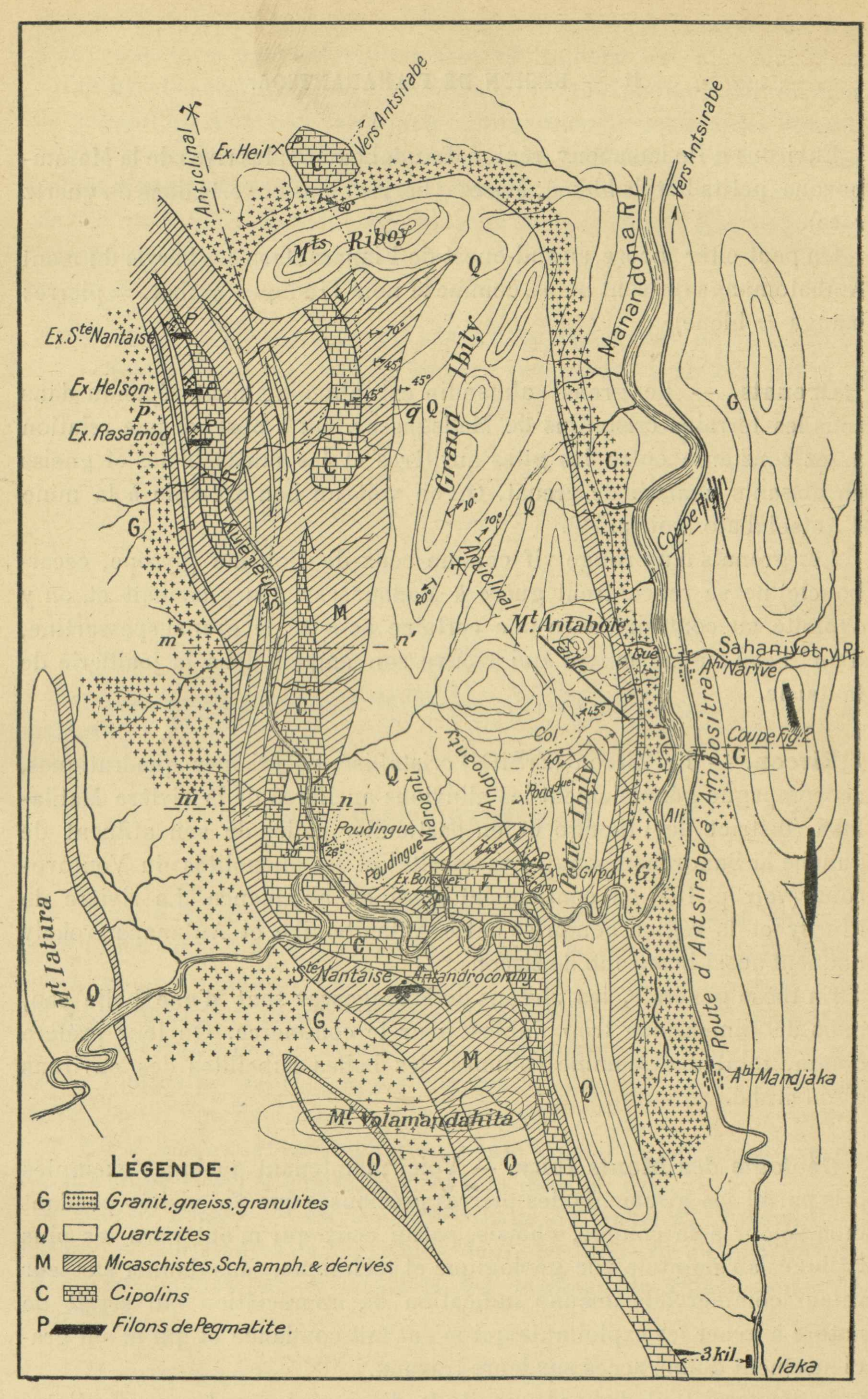


Fig. 96. — Géologie des monts Ibity.

telle qu'elle a résulté de mon examen. J'ai fait ce levé géologique quelque temps après la visite qu'avait rendu à cette même région M. le professeur Dufour de Genève, qui a publié aussi le résumé de ses observations à ce sujet.

Quand on suit la route postale d'Antsirabé à Ambositra, on trouve, aussitôt après le pont sur la Manandona (14 kilomètres d'Antsirabé), un grand massif montagneux qui se détache sur la droite, de l'autre côté de la rivière, constitué par deux grands groupes de quartzite, nommé le grand et le petit Bity (ou Ibity).

Cette formation est intéressante parce qu'elle est la région classique des pierres précieuses et des minéraux rares étudiés au point de vue purement minéralogique par M. Lacroix. Les cipolins, qui passent sur le flanc des monts Ibity opposé à celui qui regarde la Manandona, sont la cause de ces productions célèbres. J'ai jugé utile de consacrer quelques



Fig. 97. — Micaschistes du flanc Est des monts Ibity.

journées à l'étude géologique de cette région, de façon à bien mettre en évidence les phénomènes de contact et de métamorphisme qui ont engendré les minéraux rares et les gemmes.

J'ai passé dans ce massif les journées des 18, 24 et 25 novembre 1910.

Il s'étend dans la direction nord-sud sur environ 15 kilomètres de longueur. Compris entre la Manandona à l'est, la Sahatany à l'ouest, il

est barré au nord par des granits, au sud par la Manandona qui, à force de méandres, est arrivée à se creuser un lit à travers cette formation pour continuer son cours par un coude brusque à l'ouest et aller s'unir à la Mania qui porte leurs eaux réunies à la mer.

La largeur moyenne entre la Manandona et la Sahatany est de 6 kilomètres environ.

Tectonique. — L'arête centrale des monts Bity est du quartzite blanc, un peu micacé formant une voûte surbaissée constitué par un anticlinal dont les deux flancs sont bien visibles à la monté depuis le gué d'Ambohinarive. A l'est, cet anticlinal est limité par une faille qui le sépare du mont Antabola, qui constitue à cet endroit la limite orientale du massif de quartzite (*fig.* 98).

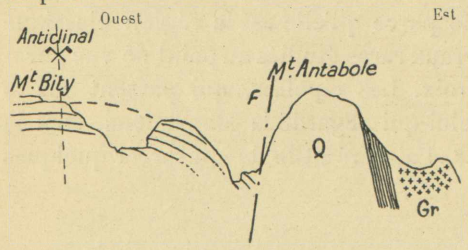


Fig. 98. — Taille du mont Antakola.

Sur ces quartzites vient s'appuyer une auréole continue de micaschistes amphiboliques (notés en grisé sur la carte) qu'on doit traverser en montant par l'est, pour passer du granit et du gneiss fondamental au massif de quartzite. Ces micaschistes M sont en stratification concordante avec des lits de quartzites (*fig.* 99), qui représente, sauf les variations de pendage, la coupe moyenne du bord est du Bity.



Fig. 99. — Coupe moyenne du bord Est des monts Bity.

Cipolins. — Aussitôt après qu'on a passé le col entre le grand et le petit Ibity, la composition change. On aperçoit dans la vallée de la Sahatany les cipolins, interstratifiés dans les micaschistes amphiboliques, se développer sur les deux rives de la Manandona et se prolonger au delà. On les retrouve, en effet, au delà de l'Ibity nord (exploitation Heil) et au sud du côté du village d'Ilaka, à 3 kilomètres dans l'ouest de cette bourgade où un gisement de pegmatite avec gemmes au contact de ces calcaires cristallins m'a été aussi signalé.

Cornes vertes. — Les couches à cipolins ont été partiellement transformées en cornes vertes, roches amphiboliques analogues à celles décrites par M. Albert Michel Lévy dans le Morvan et dans la Haute-Loire. Je les ai signalées aussi dans le gîte de cuivre d'Ambatofangheana (voir p. 209).

Ces cornes vertes, méconnues par les prospecteurs locaux, confondues par eux avec des schistes siliceux, s'en différencient bien nettement par l'abondance de l'amphibole qu'y révèle l'analyse micrographique.

Les plissements sont, dans le sud du massif, concordants avec les bancs de quartzites; dans le nord, un anticlinal apparaît, mis en évidence par les coupes de la figure 100. La stratification des micaschistes n'est plus concordante avec celle des quartzites; il y a eu évidemment des dislocations, et les plissements divers dont cette partie de la formation a été le théâtre ont été probablement causés par la venue des nombreux filons de pegmatite qui l'ont traversée.



Fig. 100. — Coupe des Cipolins à travers la vallée de la Sahatany.

Pegmatites. — Ces roches particulières ont, à leur contact avec les cipolins, produit des phénomènes chimiques de métamorphisation intenses, ayant eu pour résultat la formation des minéraux dits « de l'Ibity ».

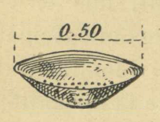
En tête, se place la tourmaline dont on connaît les nombreuses variétés, roses, rouges (rubellites), vert clair et foncées, qui abondent dans toutes ces pegmatites. Les grenats, spessartines, béryls sont aussi très fréquemment rencontrés. J'ai indiqué sur la carte les principaux gîtes qui sont ou qui ont été exploités.

Exploitation de gemmes. — La méthode d'exploitation est des plus simples : on désagrège à coups de pic ou de barre à mine l'affleurement des filons de pegmatite plus ou moins *kaolinisés*, qui se trouvent dans le voisinage du contact avec les cipolins. On s'aide en général d'un courant d'eau pour délayer les terres argileuses qui enrobent les parties moins décomposées de ces affleurements, et finalement on traite les concentrés provenant de cette première préparation hydraulique par des batées percées de trous de 3 millimètres de diamètre où on achève de débourber et de classer les roches. On y trie les gemmes à la main. Ce sont, en général, les femmes qui exécutent le lavage. Elles y acquièrent une dextérité et un coup d'œil étonnants pour dénicher les gemmes dans la masse caillouteuse lavée (*fig.* 101).

Il y a des filons de ce genre sur tout le parcours des cipolins. Parfois, comme à l'exploitation de M. Girod (*fig.* 102), il y en a des deux côtés de la bande de cipolins.

L'exploitation Boissier, qui est voisine de celle de M. Girod, a ses chantiers ouverts au contact même des cipolins. On y trouve surtout des béryls (*fig.* 103).

A la société Nantaise (exploitation actuellement abandonnée), on a trouvé des rubellites de belle couleur. En quelques jours on en a extrait 55^{kg},800. Ce gîte paraît actuellement épuisé.



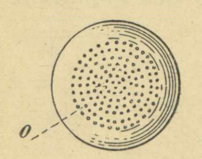


Fig. 101. — Batée à gemmes.

Ce qui caractérise, en effet, ces gisements, c'est leur irrégularité. De plus, par le mode même d'exploitation que je viens de décrire, il est facile de comprendre qu'il ne peut s'appliquer qu'aux parties superficielles, décomposées, de l'affleurement des filons de pegmatite. Dès qu'on atteint la portion dure du filon, on s'arrête, car il serait trop coûteux de continuer à la dynamite et on risquerait de pulvériser les cristaux de gemmes qu'on rencontrerait. C'est donc une exploitation essentiellement temporaire et superficielle.

Gisement de béryls d'Ampangabé. — J'ai visité ce gisement en compagnie de MM. Grandidier et Boissier, le 15 novembre 1910.

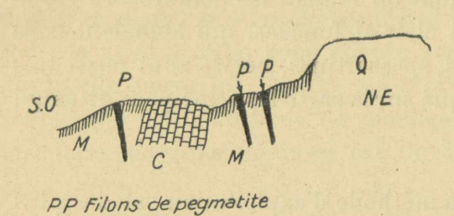


Fig. 102. — Exploitation Girod.

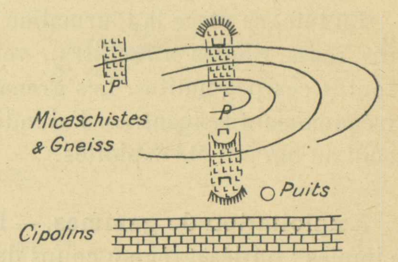


Fig. 103. — Exploitation Boissier.

Situation. — Au sud-est de Miandrarivo, à environ trois heures de filanzane.

Au départ de Miandrarivo, on entre dans une région essentiellement granitique (gué de la rivière) puis on rencontre une bande de gneiss très fortement latéritisés dirigée nord-est-sud-ouest, dans laquelle on trouve épars ou à demi enterrés dans la terre rouge de grands cristaux parfaits de quartz transparent contenant de magnifiques intrusions de chlorite, déposées parallèlement aux faces. Nous en trouvons un au bord de la route, ayant plus de 0^{m},35 de diamètre et près de 1 mètre de long, parfaitement pur, sur lequel nos marteaux de minéralogiste refusent, et malhenreusement trop lourd pour nos porteurs.

Ampangabé (littéralement : beaucoup de fougères) est un village sur une hauteur longeant la rive droite de la rivière Sasarotra. On y rencontre un dyke puissant de granit à deux micas (noir et palmé) entrelardé de pegmatite graphique formant des filons nord-est-sud-ouest au sein de cette roche. C'est dans ces pegmatites que se rencontrent les gros cristaux de béryl dont on extrait après égrisage des pierres bleu-verdâtre (aigues-marines), jaunes, vertes, rosées ou incolores (*fig.* 104).

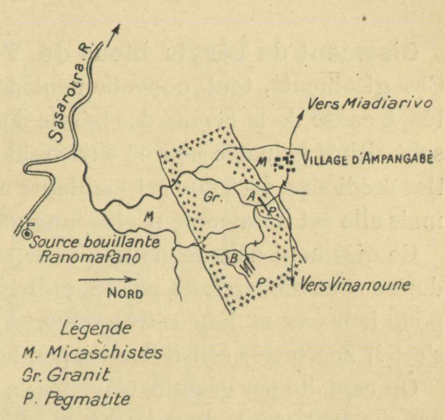


Fig. 104. — Granit d'Ampangabé.

Dans le chantier A on a trouvé surtout des béryls bleus. La pegmatite a environ 2 mètres de puissance. La carrière a été prise dans le sens perpendiculaire au filon, de sorte qu'au front de taille il n'y a, naturellement, rien. Je conseille de prendre à gauche, en direction (*fig.* 105).

En B, la formation est plus importante. QQ′ représente une grande lentille de quartz faisant partie d'un filon pegmatite de 40 à 50 mètres de puissance. En bas de cet amas on a ouvert une carrière dans un amas

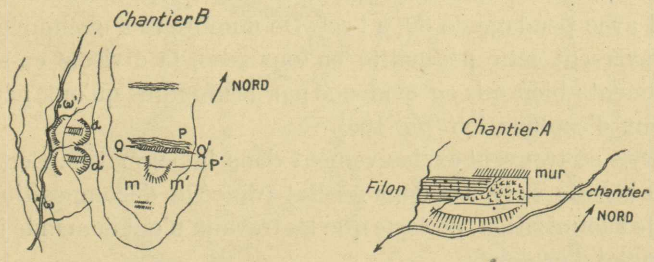


Fig. 105. — Travaux d'exploitation de gemmes à Ampangabé.

de mica en *m′*, *m′* appartenant aussi à ce filon. Le mica est en assez grandes plaques, malheureusement de couleur foncée.

En ω je fais une bonne batée de trois couleurs sur 5 litres d'alluvion du ruisseau. En ω′, trois batées ne donnent rien ; ces pegmatites sont sensiblement aurifères.

Il existe en α et α′ deux escarpements ayant donné lieu à des éboulements qui ont mis à nu le filon PP′ on n'y trouve pas de gemmes. Ces dernières, assez nombreuses en surface, semblent disparaître en profondeur, phénomène qui, au dire des exploitants, est fréquent dans ce genre de gisement. Je crois plutôt que l''enrichissement constaté en surface

est dû à la latéritisation ou, plus exactement, à la kaolinisation du gîte, ce qui a permis aux gemmes, restées intactes pendant que les feldspaths se décomposaient, et étaient partiellement entraînés et dissous par les agents naturels, de se concentrer à la surface du gisement.

Gisement de béryls bleus de Vatomanga. Région de Bétafo. — Ces gisements, tout nouvellement découverts, sont activement exploités, à cause de la beauté des béryls d'un bleu profond qu'on y trouve. Ils sont situés à quatre heures environ de filanzane au sud de Bétafo. Sentier médiocre. La route est meilleure en venant par le volcan du Tritrive, mais elle est notablement plus longue.

Ce gisement n'est exploité que depuis deux ans, mais les pierres qu'il donne sont recherchées par les tailleries, tant par leur belle couleur que pour leur eau et leur réfringence. Aussi le nombre des exploitations s'est-il accru très sensiblement pendant l'année 1911.

On exploite par grandes tranchées à ciel ouvert sur un des côtés, la rive gauche seulement, du ruisseau qui fournit l'eau pour le lavage. Le côté opposé n'a donné aucune pierre, malgré les nombreuses fouilles qui y ont été pratiquées. Les gemmes sont confinées sur la rive gauche, qui présente une constitution géologique toute spéciale. Un grand amas de roches granitiques à gros éléments de pegmatite, paraissant interstratifié dans les micaschistes forme l'ossature générale du terrain. Cet amas possède, comme les micaschistes encaissants, une direction générale nord-sud avec pendage de 80° à l'est. De nombreuses cheminées basaltiques traversent cette pegmatite en tous sens, la divisent en sortes de compartiments bien mis en évidence par les fouilles qu'ont nécessitées les travaux d'exploitation (*fig.* 105).

Les béryls se trouvent exclusivement dans la pegmatite. Cette roche, comme le basalte, se trouve dans un état avancé de décomposition latéritique et de kaolinisation, de sorte que les travaux n'ont demandé jusqu'ici aucun emploi d'explosifs.

Gisement de pierres précieuses dans la phonolite du mont Vontovorona. — J'ai visité ce curieux gisement, le 30 novembre 1910 avec M. le comte de Laborde.

Itinéraire. — Au départ de Tongarivo, après avoir rejoint la grand'route en construction, nous suivons des alternances de micaschistes, gneiss, bancs de fer et quartzites bien mis en évidence par les déblais de la route, déblais tout frais et bien nets. Les couches sont étirées et pliées dans tous les sens. Le voisinage de la poussée des trachytes et des phonolithes épanchés par le Vontovorona se fait sentir.

Nous quittons la route un moment après pour nous engager dans la

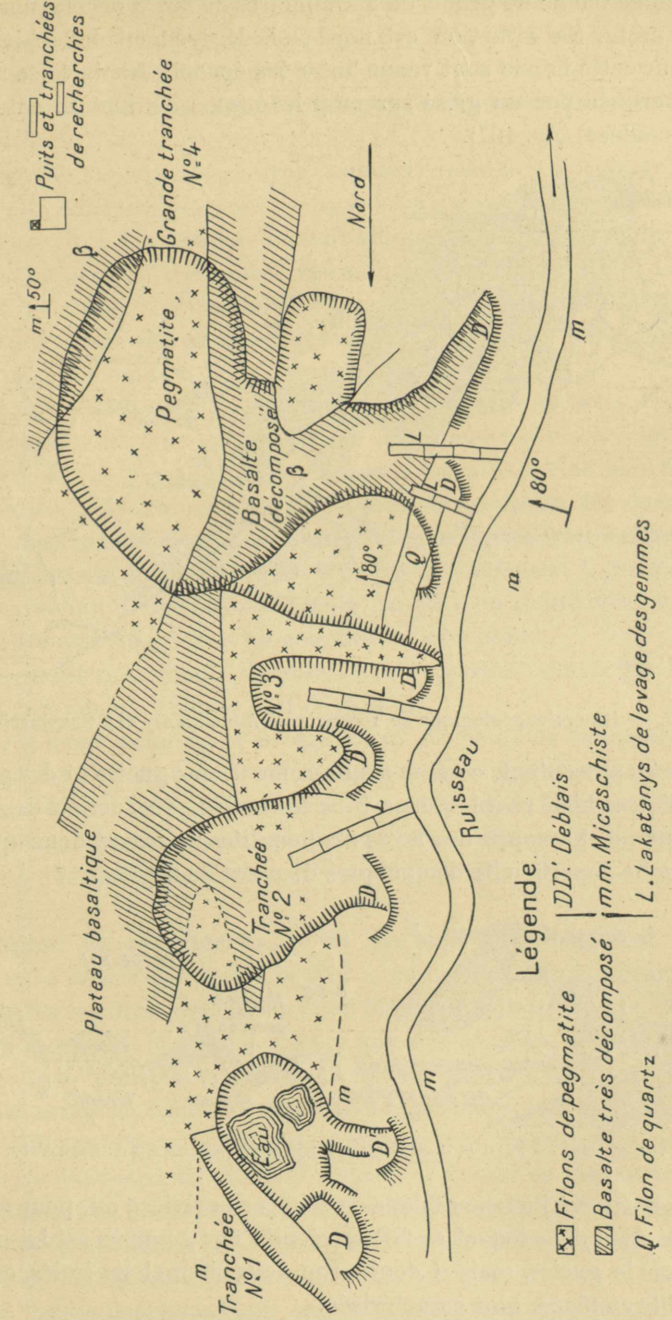


Fig. 106. — Gisement de béryls bleus de Vatomanga au sud de Bétafo.

montagne. Nous montons sur la crête que nous suivons ensuite

vers le nord. Nous sommes à plus de 2.000 mètres d'altitude.

Une grande bande de granit de 2 kilomètres de large occupe une partie de la crête. Sa direction est nord-sud, légèrement infléchie vers l'ouest. Sur cette bande sont venus buter les épanchements volcaniques récents marqués par un grisé sur mon levé (sans distinction entre les âges des coulées) (*fig.* 107).



Fig. 107. — Itinéraire géologique de Tongarivo à Ambohikely et à Soavinarivo.

Au delà se présentent, comme soubassement, des gneiss et des gneiss amphiboliques bien visibles dans tous les ravins, où l'action des eaux les a mis à nu. La nappe des laves et phonolites ne forme donc qu'une mince couche superficielle de quelques dizaines de mètres.

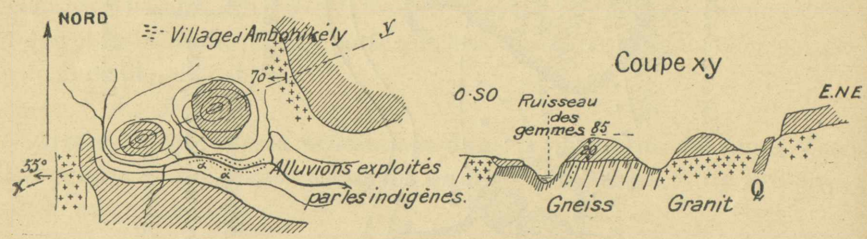


Fig. 108 et 109. — Plan et coupe du gisement de gemmes d'Ambohikely.

Le gîte visité est justement dans ce cas, car la rivière ou, pour mieux dire le ruisseau dans lequel se fait la récolte des gemmes est lui-même creusé dans le gneiss, mais il contourne deux mamelons isolés, coiffés de phonolite en place, bien caractérisée.

Voici le plan et la coupe de ce terrain (*fig.* 108 et 109).

On m'avait signalé ce gîte de gemmes comme donnant principalement des rubis et des saphirs, tout à fait semblables à celles du massif de l'Ankaratra. Ce sont des pierres de petites dimensions, d'une belle eau, mais trop sombres comme couleur.

J'étais informé que, dans l'Ankaratra, ces pierres se trouvent sur *un fond de lave.*

Plusieurs exploitants interrogés étaient unanimes à déclarer que dans leurs alluvions traitées pour gemmes, *il n'y avait pas trace de morceaux de quartz*, que les gangues étaient uniquement des pierres brunes roulées, autrement dit des roches volcaniques décomposées.

J'en déduisais, conformément d'ailleurs à l'opinion des prospecteurs, que l'origine de ces gemmes devait se trouver dans les épanchements éruptifs eux-mêmes.

Connaissant déjà les travaux de Michel Lévy sur les laves des environs du Puy, où il attribue la présence de ces mêmes pierres précieuses à des phénomènes de digestion des roches sous-jacentes par les laves épanchées en surface, je désirai me faire une opinion en examinant les choses *in situ.*

Les deux mamelons au pied desquels les indigènes tronvent les gemmes en question ont chacun environ 85 mètres de diamètre. A peu près circulaires; ils font, d'une façon évidente, partie d'un grand épanchement de phonolite qui couvre tous les sommets environnants.

Les gneiss entrelardés de granit et de quartzite sont redressés à 70° ; pendage à l'ouest, comme tout ce pays-ci.

Après vingt minutes de lavage en $\alpha\alpha'$ du plan, les indigènes avaient produit environ quatre-vingts pierres que j'ai emportées sur lesquelles il y avait douze pierres vendables. Ce sont surtout des rubis. Cinq à six saphirs, un peu foncés, pouvaient être taillés en rose. En un mot, comme pierres de joaillerie : valeur médiocre.

Origine de ces pierres. — Je me suis immédiatement mis à la recherche de ces gemmes « in situ », en cassant des morceaux de phonolite sur les deux mamelons et en les examinant à la loupe. Après une heure de travail, je n'avais encore que des résultats incertains à cause de l'extrême petitesse des cristaux mis en évidence par la cassure.

Nous avons au contraire réuni très rapidement une collection amplement suffisante pour le but que je poursuivais, en cassant dans les alluvions les morceaux de phonolite ayant déjà subi un commencement de décomposition latérique (cette roche devient jaune brun en se latéritisant), *qui présentaient en surface quelques points noirs* qui ne sont autre chose que des gemmes serties dans leur gangue.

J'ai trouvé notamment un saphir mesurant environ 8 millimètres de long sur 4 de large, bien reconnaissable à sa face courbe, serti dans un

caillou que j'ai rapporté et que j'ai communiqué à MM. les professeurs Lacroix du Muséum, et Michel de la Sorbonne.

MARCHÉ DES GEMMES DE MADAGASCAR

L'exploitation des gemmes à Madagascar est toute récente. Ce n'est qu'en 1904, à la suite de la découverte de $6^{kg},900$ de rubellites de très belle qualité produites dans le gisement de Maharitra (vallée de la Sahatany), que des exportations régulières furent enregistrées à la sortie par la douane. Les pierres précieuses sont frappées, en effet, aux termes des décrets miniers en vigueur dans la colonie, de droits de sortie, basés sur les poids et sur les qualités, mais qui sont toujours très modérés. En voici les bases telles qu'elles sont fixées par un arrêté de M. le Gouverneur général de février 1911.

Pour les pierres précieuses, il est créé deux catégories, suivant que ces pierres sont destinées à la joaillerie ou à l'industrie.

Le classement dans l'une ou l'autre catégorie sera fait par le fonctionnaire du Service des mines chargé d'établir l'ordre de versement relatif au recouvrement de la taxe, sauf appel au Chef du Service des mines et au Gouverneur général.

Pour les pierres précieuses de la première catégorie destinées à la joaillerie, la taxe *ad valorem* de 7 0/0 est représentée par une taxe uniforme de 10 francs le kilogramme.

Pour les pierres précieuses de la deuxième catégorie destinées à l'industrie, la taxe *ad valorem* de 7 0/0 est représentée par une taxe uniforme de $0^f,05$ le kilogramme.

Les taxes ci-dessus seront calculées sur les poids bruts extraits portés au registre d'extraction.

Depuis 1904 cette exploitation a pris un essor *considérable*, ainsi qu'il résulte du tableau ci-dessous.

La diminution apparente de 1911 porte uniquement sur les pierres de 2e catégorie, qui sont tombées à des prix tellement bas que leur exploitation n'offre plus de marge bénéficiaire.

En 1910, on n'avait exporté que 82 kilogrammes de pierre de joaillerie, tandis qu'en 1912 la production totale se répartit comme suit :

Pierres de 1er catégorie (joaillerie)............	$470^{kg},144^{gr}$
— 2e — (industrie)............	452 ,574
Total égal..........	$922^{kg},718^{gr}$

Soit six fois plus de pierres de joaillerie qu'en 1910.

EXPORTATION DE GEMMES DE LA COLONIE

ANNÉES	GEMMES DE 1re ET 2e CATÉGORIES	CORINDON INDUSTRIEL	QUARTZ		CRISTAL DE ROCHE
			ROSE	OPAQUE	
	grammes	kgr.	kgr.	kgr.	kgr.
1904.........	7 650				
1905.........	29.716				
1906.........	30 732				
1907.........	86.533				18.652
1908.........	237.735				81.402
1909.........	2.354.191		5 700		76.172
1910.........	4 104.262	11.425	5.191	2.531	28.726
1911........	922.718	150.000	5.594	31.970	235.580

Le quartz rose, opaque, améthyste, fumé, etc. destiné à l'ornementation, a un marché très irrégulier comme demande et comme prix. En ce moment, la demande pour les quartz roses malgaches, qui ont pourtant de si jolis tons, est à peu près nulle, et les stocks s'accumulent entre les mains des détenteurs d'une façon désolante. En fait, l'exploitation se réduit à celle qui se produit par la force des choses, en extrayant les béryls de leur gangue habituelle de quartz rose, mais les exportations sont pratiquement nulles.

Le cristal de roche s'exportait déjà de Madagascar avant la conquête. Il est de très belle qualité, en gros blocs, et il trouve un débouché régulier dans la construction des instruments d'optique et chez les lunetiers. La belle qualité vaut jusqu'à 8 et 10 francs le kilogramme.

La principale difficulté qu'éprouvent les exploitants de pierres précieuses à Madagascar à écouler, même à bas prix, leur production, tient à la mauvaise organisation des ventes. Les pierres de couleur n'ont aucun marché régulier, aucune stabilité dans les cours, aucun régulateur financier comparable à l'admirable organisation du commerce des diamants, à la tête duquel se trouvent les puissants financiers qui dirigent la « de Beers ». Il faut dire aussi, pour expliquer cet état de choses, que les gemmes colorées rentrent dans la catégorie dite des pierres « de fantaisie », sur lesquelles aucune banque, ni même aucun Mont-de-piété ne prêtent d'argent. Évidemment la mode actuelle, la faveur dont jouissent, à juste titre d'ailleurs, les bijoux d'un goût si délicat et les motifs charmants auxquels la Maison Lalique a attaché son nom, sont un grand adjuvant à l'entrée de Madagascar dans la liste des pays producteurs de gemmes, mais malheureusement, jusqu'ici, ce n'est pas le producteur qui en profite. Ce sont les intermédiaires, étrangers pour la plupart, car les plus

forts acheteurs directs à Madagascar sont des maisons allemandes et hollandaises.

Depuis un an, il a été fait des efforts très louables pour assainir ce marché et obtenir de meilleurs prix en empêchant des lots flottants de venir s'offrir au rabais en Europe et gâter pour longtemps les prix, tant que ces lots « marrons » ne sont pas écoulés. Malheureusement, il en renaît toujours de ces lots-là, et comme l'argent est rare et cher à Madagascar, comme dans tous les pays jeunes, l'absorption de ces lots flottants n'est pas toujours facile.

Une autre difficulté majeure, tenant aussi à cette production non contrôlée, c'est le manque d'homogénéité des lots envoyés en Europe. Ce fait ressort clairement des statistiques qui précèdent. Les grands écarts de chiffres d'une année à l'autre tiennent à ce que, dans les périodes d'inflation, de demande active de telle ou telle variété, on envoie quantité de pierres médiocres, mal égrisées, donnant lieu, à l'arrivée en Europe à des rebuts de 80 à 90 0/0. Ce désordre empêche le relèvement des prix, vu que l'acheteur ne sait pas ce qui va lui arriver. Il ne prend donc d'engagement qu'après avoir vu le lot et c'est alors que le producteur se trouve livré à la merci de l'acheteur sans vergogne : pressé d'argent, le malheureux exploitant dans la brousse accepte, contraint et forcé, l'énorme réfection que lui impose l'acheteur d'Europe et le tour est joué. Je connais plusieurs exemples de ce *sweating system* féroce.

Il est d'autant plus fâcheux qu'il en soit ainsi que certaines pierres de Madagascar peuvent rivaliser sans peine comme finesse et comme éclat avec les variétés les plus réputées. Malheureusement le public français les ignore et, par conséquent, ne les demande pas. C'est une éducation à faire, et elle est déjà heureusement commencée par les beaux béryls bleus et rose clair spéciaux à notre colonie. Je leur crois plus d'avenir qu'aux corindons, saphirs et rubis, ces derniers complètement dépréciés, quelle que soit leur provenance, par les factices qui se fabriquent à présent avec une perfection absolue.

Aujourd'hui encore, beaucoup de grands bijoutiers parisiens préfèrent acheter en Allemagne des pierres, provenant cependant de Madagascar, mais que le marchand affirmera provenir de Ceylan ou d'ailleurs. C'est incompréhensible et pourtant c'est ainsi. Dans beaucoup de cas, l'acheteur français aime mieux passer par l'intermédiaire coûteux de marchands étrangers que de traiter directement avec les prospecteurs de Madagascar. Telle est la raison pour laquelle ces derniers sont la plupart du temps obligés d'entrer en relations avec des maisons étrangères, en particulier avec des maisons allemandes.

Il est indiscutable qu'on expose en ce moment dans les vitrines des bijoutiers de Paris beaucoup de pierres précieuses provenant de Mada-

gascar, mais elles n'y arrivent qu'après de nombreuses péripéties. Cette situation ne durera pas éternellement, et il est à désirer que cette façon d'agir, préjudiciable à tout le monde, ne soit plus employée. Les marchés directs avec la France deviennent de jour en jour plus nombreux, et démontrent le réel mérite des pierres précieuses de Madagascar. On se rendra bientôt compte qu'elles n'ont pas besoin, pour être appréciées, d'un autre nom de baptême que le leur.

De nombreux minéralogistes s'occupent d'ailleurs beaucoup, depuis quelque temps, des gemmes malgaches, et les études qu'ils leur consacrent achèveront de démontrer leur valeur.

M. le professeur Lacroix a rapporté de sa récente tournée dans l'île de précieux échantillons, qui ne pourront qu'attirer d'une façon plus instante encore l'attention sur les nombreuses gemmes qu'il a déjà étudiées dans notre grande colonie.

M. Harger a également publié d'intéressantes notes sur les gemmes de Madagascar. Il a eu l'occasion d'en voir diverses variétés, notamment des saphirs, péridots, zircons, grenats et rubellites.

La *rubellite* a surtout attiré son attention ; elle est d'un rouge carmin brillant et fin. Cette gemme, qui est la variété rouge des tourmalines, présente des spécimens d'une couleur excessivement fine et riche, rappelant le beau rouge « sang de pigeon » du rubis Burmese.

Des béryls verts, bleuâtres, pâles ou aigues-marines, sont aussi trouvés dans les alluvions de Madagascar. Une récente exploration en a fait découvrir un gite en place de quelques gemmes rares et aussi une nouvelle belle pierre appelée : *morganite*, béryl coloré en rose d'une nuance rare.

La gemme küntzite, découverte par le Dr Küntz, est également une très belle pierre. Sa couleur est œillet-lilas lustré, ton qui ne se rencontre jamais dans les tourmalines, topazes, saphirs, spinelles.

Cette gemme fut découverte, il y a cinq ans, en Californie, à Pala, qui était la seule contrée où elle fût connue jusqu'à sa récente découverte à Madagascar.

Indépendamment de sa valeur au point de vue artistique, la Kuntzite présente aussi un intérêt scientifique. Sous l'influence des rayons X, elle devient remarquablement fluorescente et le demeure plusieurs minutes après l'enlèvement des rayons. De plus, comme le minéral radioactif : l'euxénite, elle est susceptible d'être photographiée dans l'obscurité. Sa couleur s'harmonise parfaitement avec le péridot et la demantoïde devenus populaires sur le tard ; elle est aussi considérablement rehaussée quand elle se trouve assortie avec des diamants de la meilleure qualité.

GRAPHITE

Le graphite, une des formes allotropiques du carbone pur, se présente, quand il est cristallisé, sous forme d'écailles à reflets métalliques gris d'acier un peu argenté, de dureté très faible, noircissant les doigts quand on les manie et laissant sur le papier une trace grise dite mine de plomb, base de la fabrication des crayons fins pour le dessin et par ce fait, familière à tout le monde, bien que cet emploi, pour lequel on recherche des graphites très purs, ne représente qu'une consommation annuelle de tonnes fort restreinte.

La densité du graphite est de 2,25 à 2,50. Il est insoluble dans les acides, incombustible quand on le place dans nos foyers industriels ordinaires, d'où résulte son principal emploi la fabrication des creusets pour la fusion des métaux et leurs alliages. Le graphite entre en combustion à la température du four électrique ou à une température plus basse, dans une atmosphère d'oxygène pur. Il se transforme alors intégralement, comme le diamant, en acide carbonique.

Le système cristallin du graphite est le prisme hexagonal sur les bords duquel on a pu observer les faces d'un rhomboèdre; la base a' est parallèles au plan des lames $pa' = 58^{o}$. Clivage facile a'.

On confond souvent le graphite avec la molybdénite qui cristallise aussi en lamelles hexagonales. Il est facile de différencier ces deux espèces minérales par des réactions simples : au chalumeau, le graphite reste intact, la molybdénite MoS^2 donne la réaction des sulfures. L'acide azotique, sans aucune action sur le graphite, donne un précipité blanc avec le molybdénite; densité presque double de cette dernière, etc.

En général, le graphite accompagne les terrains anciens, gneiss et micashistes dans lesquels il remplace, en totalité ou en partie, le mica qui est un de leurs constituants. On en trouve aussi dans les cipolins, dans les quartzites et même dans les schistes cristallins. Dans toutes ces roches, les écailles de graphite sont interstratifiées dans des couches bien nettes se poursuivant parfois sur plusieurs kilomètres de longueur et épousant les plissements, accidents, failles, etc., des terrains encaissants.

On connaît aussi des gisements où le graphite est disséminé d'une manière uniforme dans du granit. Tel est le cas qui se présente dans le Comté de Clay (Alabama), où il existe une zone de granit décomposé, tendre, sans mica, contenant du graphite sur une longueur de plus de

10 milles, une largeur de plusieurs centaines de pieds et une profondeur inconnue, mais certainement supérieure à celle des carrières à ciel ouvert qui descendent à plus de 25 mètres au-dessous du sol : la richesse en graphite et la dimension des écailles tendent plutôt à s'accroître avec la profondeur. La teneur moyenne de cette masse est de 4 à 5 0/0 de graphite.

A Madagascar, les gneiss graphitiques forment, autour de Tananarive un vaste cercle presque fermé de 40 kilomètres de rayon. Les exploitations s'y succèdent comme l'indique la carte minière au 1/1.000.000 placée à la fin de ce volume. C'est surtout dans le voisinage de l'Ikopa, voie navigable permettant d'apporter les produits au chemin de fer à un taux relativement réduit, que se groupent les principales exploitations. Il existe aussi des chantiers d'extraction à proximité de la route d'Antsirabé. Sur un grand nombre d'autres points, ces gneiss à graphite se présentent dans des conditions parfaitement exploitables au point de vue technique, mais l'absence de moyens de transport empêche leur mise en valeur. Il existe, notamment dans le district de Vatomandry de très beaux gîtes à 60 kilomètres de la côte, mais sans routes. J'en ai rencontré aussi dans la province de l'Itasy, près de Tsiroanomandidy, dans les provinces d'Ambositra, de Fianarantsoa, etc. La construction du chemin de fer de Tananarive à Antsirabé sera éminemment utile pour le développement de ces gisements.

Méthode indigène d'exploitation. — Les Malgaches travaillent à façon les affleurements graphitiques décomposés, qui s'abattent facilement à la pelle et à la pioche : ils concentrent le minerai brut dans des sortes de lakatanys semblables à ceux employés pour l'or, mais dans lesquels, à l'inverse de ce qui se produit pour le métal précieux, ce sont les portions légères entraînées par le courant qui contiennent le produit utile.

Ce débourbage, suivi de classement, permet facilement d'atteindre une teneur en carbone de 65 à 70 0/0. Pour arriver à des chiffres supérieurs, qui seuls sont rémunérateurs dans les conditions où se trouve actuellement la colonie au point de vue des facilités et des tarifs de transport, il faut procéder à un raffinage, toujours par ces mêmes moyens primitifs. Il est presque superflu de dire que le titre n'est jamais bien certain et, en fait, plusieurs exploitants ont été victimes de ces variations qui leur ont coûté de fortes réfections de la part des acheteurs d'Europe, à l'arrivée des lots défectueux.

Usine de Tendro. — Cette usine, située sur le cours de l'Ikopa, se trouve à 40 kilomètres en aval de Tananarive. Elle dispose d'une force motrice électrique de 67 chevaux-vapeur, qui lui est amenée par une ca-

nalisation aérienne de 7 millimètres de diamètre ayant 2.500 mètres de longueur. La chute de Tarahantsana (29 mètres) est l'origine de ce transport de force.

Cette usine traite des minerais de la concession d'Ambohimasina. Les travaux miniers consistent en carrières à ciel ouvert et en galeries tracées dans un gîte puissant, atteignent 20 mètres d'épaisseur en plusieurs endroits. La teneur, un peu irrégulière, est bonne dans son ensemble. On retrouve ce même gisement de l'autre côté du cours d'eau, sur la rive droite de l'Ikopa, où des exploitations sont aussi commencées.

Le premier enrichissement du minerai s'opère, comme je l'ai dit plus haut, par débourbage à la mine dans des caisses en bois. Il est pratiqué par des femmes. La gangue, composée de roches granitoïdes, est éliminée avec une assez forte proportion de graphite par ce procédé rudimentaire. On réduit ainsi de 50 0/0 le poids à transporter. Ce transport se fait par pirogues, de la mine de Tsarazafy à l'usine de Tendro.

L'enrichissement mécanique comprend les opérations suivantes :

Séchage sur des aires les jours de beau temps ; sur plaques chauffées au bozaka (sorte de graminée) pendant la saison des pluies.

Classement par tamis à secousses :

1° D'un millimètre et au-dessous.

2° De 1 à 2 millimètres.

3° De 2 à 3 millimètres.

4° Au-dessus de 3 millimètres.

Les matières au-dessous de 1 millimètre sont mises en dépôt.

Les refus au-dessus de 3 millimètres sont broyés et rentrent dans la circulation générale.

Les sortes 2°, 3° et 4° sont traitées respectivement par des ventilateurs qui donnent trois produits :

a) Stériles à rejeter ;

b) Mixtes à repasser ;

c) Graphite marchand dans les trois dimensions, 1 à 2, 2 à 3 et 3 millimètres.

Le graphite renferme encore, après la ventilation, des poussières fines qu'on élimine par tamisage. Les mixtes sont renvoyés au broyage.

Le rendement en produits marchands par rapport au minerai (déjà enrichi par voie humide) est de 10 0/0. Comme le déchet de ce procédé sommaire est de 50 0/0 au moins, on voit que la teneur en graphite du minerai initial, non débourbé, est de 10 0/0 au moins, ce qui est un chiffre très satisfaisant. Toutefois il existe des gîtes plus riches que celui d'Ambohimasina.

Les ouvriers sont payés à la journée, à raison de 0fr,60 pour les hommes et 0fr,40 pour les femmes.

Prix de revient. — En calculant sur un rendement de 1 tonne de graphite marchand par 10 mètres cubes de roche abattue (soit, en poids, 1 tonne pour 22 ou 23 tonnes de brut), ce qui est certainement un maximum, on arrive, d'après les exploitants, aux chiffres suivants (par tonne de graphite marchand) :

Main-d'œuvre abatage, 15 hommes à 0,60	9	»
— débourbage, 3 hommes à 0,60	1	80
— — 7 femmes à 0,40	2	80
— classement, 5 hommes à 0,60	3	»
— — 5 femmes à 0,40	2	»
Surveillance : Commandeurs à la mine et à l'usine 2 × 1,50	3	»
Mise en sac et transport à l'Ikopa	2	»
Achat de 10 sacs à 1,50 l'un	15	»
Transport sur l'Ikopa à Tananarive	4	50
Manutention à Tananarive	2	»
Chemin de fer de Tananarive à Brickaville	13	60
Pangalanes	26	30
Fret de Tamatave à Londres	55	»
Droit de mine au propriétaire	25	»
Taxe de la colonie 2,50 0/0 sur 200 fr	5	»
Frais généraux locaux pour 1 tonne par jour	50	»
Commission, assurance	10	»
Total	230	»

Ce prix sera abaissé dans une proportion très notable, par suite de la disparition prochaine du canal des Pangalanes. On peut espérer aussi faire des économies sur le prix payé pour le fret d'Europe, ce qui ramènera le prix de revient aux environs de 200 francs, chiffre qui laisse, comme on le voit, une belle marge pour faire face aux frais généraux en Europe, aux impôts et aux charges sociales et enfin pour le bénéfice industriel de l'opération.

Dans ces conditions il n'est pas étonnant de constater le rapide développement de la production du graphite à Madagascar.

1907	8	tonnes
1908	82	»
1909	197	»
1910	545	»
1911	1550	»

Qualités à rechercher dans les bons graphites. — Les impuretés principales sont le fer et la silice. Cette dernière est la plus préjudiciable; une proportion trop grande de fer rend le graphite impropre à la fabrication des creusets ainsi qu'aux autres usages mettant à contribution les qualités réfractaires à la chaleur que recherchent les clients.

En principe, les hauts titres en carbone sont toujours demandés. On

peut classer par ordre d'importance les qualités recherchées dans un graphite marchand, comme suit : teneur en carbone; faible teneur en fer et silice; texture; couleur; brillant.

Consommation mondiale. — Je ne parle ici que du graphite cristallisé, en paillettes ou écailles. Les plombagines et succédanés de basse valeur n'entrent pas dans ces chiffres.

La fabrication des creusets exige à elle seule plus de 10.000 tonnes par an de très bon graphite. Les creusets se font avec des graphites écailleux, purs, qu'on feutre avec de l'argile réfractaire de façon à obtenir des creusets sonores, absolument infusibles et de longue durée. La marque Dixon est, à ce point de vue, connue du monde entier. C'est elle qui règle le prix du marché.

Pour les emplois en fonderie, pour les moules notamment, ainsi que pour la peinture des poêles fourneaux, etc., on est moins exigeant comme teneur en carbone.

Enfin les autres emplois, très nombreux, crayons, lubréfiants, peintures, collecteurs de dynamos, électrotypie, etc., absorbent le restant de la production mondiale.

Voici le tableau de cette production :

PRODUCTION MONDIALE DU GRAPHITE

ANNÉES	AUTRICHE	BAVIÈRE	CANADA	CEYLAN	INDE	ITALIE	MEXIQUE	ÉTATS-UNIS	DIVERS	TOTAL
1905	34.416	4.921	491	31.134	2.361	10.572	970	1.933	249	87.047
1906	38.117	4.055	405	36.578	2.642	10.805	3.915	2.220	214	98.909
1907	49 425	4.033	525	33.027	2.472	10.989	3.202	2.080	136	105.889
1908	44.425	4.844	227	26.227	2.419	12.914	1.076	1.557	7.763[1]	101.952
1909	40.710	4.900	783	25.995	3.182	11.583	1.100	2.572	507[2]	91.332

Le graphite s'exporte en sacs de jute qui entraient en franchise à Madagascar. Un assez récent arrêté, en date du 19 août 1910, les a frappés d'un droit de 0fr.15 par kilogramme dont on est affranchi si la marchandise est réexportée dans un délai déterminé. Dans ce cas, les sacs circulent avec un acquit-à-caution donnant lieu à de multiples formalités très nuisibles au commerce en général sans aucun profit pour le trésor. Ce droit comporte, en outre, l'inconvénient d'interdire aux exploitants de consti-

1. Dont 7.520 tonnes produites en Corée.
2. Dont 197 tonnes à Madagascar.

tuer des stocks leur permettant de parer aux aléas d'une production variable.

Le congrès minier de Madagascar (février 1911) a demandé, avec beaucoup de raison, semble-t-il ; l'entrée en franchise des sacs d'emballage. Il a donné à l'appui de sa thèse, par l'organe du distingué rapporteur de la deuxième section, M. l'ingénieur Kemmel, des raisons qui paraissent irréfutables :

« Cette détaxe, dit le rapporteur, ne peut nullement nuire à l'industrie locale, Madagascar ne fabriquant pas de sacs ; et lorsque le pays sera à même de fournir des emballages aussi bien conditionnés que ceux d'importation, il devra pouvoir le faire à un prix inférieur, vu le bon marché de la main-d'œuvre ; cette industrie n'aura donc pas besoin de protection. »

Dans le même ordre d'idées le Congrès a adopté le vœu suivant, relatif à la tarification des graphites sur le chemin de fer :

Que la tarification du graphite sur le chemin de fer T. C. E. (Tananarive-Côte Est) soit unifiée et portée à la 5e catégorie, quel que soit son pourcentage en carbone. (Il y a actuellement une différence de traitement pour les hauts titres.)

Il m'a paru intéressant de mettre en regard de l'industrie naissante du graphite à Madagascar l'état actuel de cette production dans les principaux pays du monde que notre colonie de l'océan Indien est appelée à concurrencer. Ces indications éparses dans diverses publications gagnent à être comparées entre elles et à celles que j'ai pu réunir à Madagascar. On se rend mieux compte ainsi des difficultés spéciales que présente le traitement ou enrichissement des graphites bruts, traitement qui doit être l'objet d'études et d'essais particuliers dans chaque cas, non seulement à cause de la nature parfois très différente des matières étrangères qu'il faut éliminer, mais aussi à cause de la diversité de texture et de composition intime des diverses qualités de graphite dans les pays producteurs.

Je serai bref sur les graphites d'Europe (Autriche, Bavière) dont la qualité, comme celle du Piémont, est très différente et très inférieure à celle de Ceylan, des États-Unis et autres pays d'origine, qui produisent, comme Madagascar, de véritables graphites lamelleux ou en écailles, commandant les plus hauts prix du marché.

États-Unis. — La production du graphite cristallisé aux États-Unis pendant l'année 1910 a été de 2.531 tonnes métriques contre une importation pour la même période de 22.774 tonnes ; ces chiffres démontrent que les États-Unis sont tributaires pour les 9/10 de leurs besoins, de la production étrangère ; il faut remarquer en outre que la production

de ce pays est à peu près stationnaire, tandis que la demande augmente en moyenne de près de 2.000 tonnes par an.

Prix de vente. — Les prix du graphite varient considérablement, car le même nom s'applique à des matières essentiellement différentes de qualité, d'aspect et d'utilisation. Il ne faut pas croire que la pureté chimique du produit intervienne seule pour en établir la valeur ; on doit tenir grand compte aussi de l'état physique du graphite. En ce qui concerne notamment l'emploi si important de cette matière dans la fabrication des creusets pour la fusion des métaux, c'est l'état cristallisé en lamelles aussi grandes que possible qui déterminera l'échelle des prix et non la teneur en carbone pur.

Les graphites originaires des États-Unis varient, comme prix, de 3 à 8 cents par livre anglaise (340 à 900 francs la tonne métrique); suivant la qualité. Le prix moyen en 1910 a été de 5,1 cents la livre (578 francs par tonne) F. O. B. New-York.

Les prix du graphite de Ceylan à Londres par tonne de 1.016 kilogrammes a été, à la même époque, de :

Ceylan LL	£ 15. 5. 0	à	£ 37. 10. 0
Ceylan OL	10. 9. 6		37. 9. 6
Ceylan chips	8. 5. 0		27. 0. 0
Ceylan dust	9. 10. 0		25. 0. 0

Les mêmes marques purifiées et moulues valaient, par tonne anglaise :

Ceylan 97 à 99	£ 59	à	£ 63
— 90 à 91	40		42
— 80 à 81	30		32
— 70 à 71	27		28
American grandes lamelles	45		49
— petites —	35		45

Centres de production. — Les principaux centres de production du graphite aux États-Unis sont dans l'Alabama, la Géorgie, l'État de New-York (région des Adirondacks), où la firme si importante de creusets « Joseph Dixon crucible Company » « exploite d'une manière régulière depuis nombre d'années une mine de graphite nommée « American Mine ». Le graphite dans les monts Adirondacks se trouve en lits interstratifiés entre schistes et calcaires, dans lesquels on le rencontre en écailles disséminées. Les lits graphiteux sont nombreux; mais, seuls, sont exploitables ceux dans lesquels la teneur en minerais utilisables atteint 2 à 3 0/0. Le traitement et l'enrichissement de produits aussi pauvres ne laisse pas une grande marge de bénéfices.

En Pensylvanie, on exploite aussi des gneiss graphitiques très décomposés en surface, ce qui réduit le broyage à peu de choses. La teneur varie aussi entre 2,5 et 4 0/0.

La méthode de lavage est par voie humide à l'inverse de ce qui se fait au Canada, où la voie sèche est à présent presque partout en faveur. Voici, comme exemple du procédé américain, le plan schématique de l'usine de lavage de graphite de Chester (Rock Graphite Mining and Manufacturing C°, Chester Springs).

Fig. 109. — Schéma de la méthode américaine de lavage du graphite (lavage à l'eau).

a, Broyeur centrifuge avec injection d'eau; — *b*, Tamis incliné mailles de 9 millimètres; — *c*, Conduit de décharche; — *e*, Moulin à meules verticales (moulin chilien): 2 mètres de diamètre; — *f*, Bacs de lavage de 5m,80 de long; — *g*, Conduit de décharge; pente: 1/16e; — *h*, Évacuation des sables grossiers; — *i*, Trommels de 1m,30 × 3 mètres, 13 tours par minute; — *j*, Conduit de décharge : pente 1/20e; — *k*, Transporteur à hélice; — *l*, Tamis n° 30; — *m*, Transporteur à hélice pour les sables; — *n*, Table dormante.

Industrie du graphite à Ceylan. — Les graphites de Ceylan sont réputés pour leur belle qualité en écailles et très recherchés pour la fabrication des creusets. Le minerai se trouve en lits, variant comme épaisseur de quelques décimètres à 2m,50. Les veines de minerai sont aussi disposées en chapelets, les parties épaisses ne dépassant pas, comme longueur, 50 à 60 mètres en profondeur, bien que, en quelques points, on ait suivi de tels enrichissements sur 200 mètres. La profondeur moyenne des travaux est de 20 mètres environ.

Plus de trois cents mines, employant douze cents Cinghalais, sont en activité dans l'île, les hommes travaillant dans le fond, les femmes et les enfants s'occupant du triage et de l'enrichissement au jour. Cette main-d'œuvre est à bon marché (de 0f,65 à 2 francs par jour pour les hommes 0f,20 à 0f,65 pour les femmes et enfants). L'enrichissement s'opère à la main, par voie humide, dans des conditions analogues à ce qui se fait en ce moment à Madagascar.

Certaines qualités de graphite de Ceylan atteignent jusqu'à 98 et même 99 0/0 de carbone fixe, le reste étant constitué par les cendres (0,28 0/0) et les matières volatiles (0,9 0/0). Ces qualités valent 1.300 francs

la tonne. Le prix s'élève même à 3f,50 le kilogramme pour les graphites absolument exempts de silice, traités à cette fin, par l'acide fluorhydrique; mais les emplois de ces produits spéciaux sont très limités.

Industrie du graphite au Canada. — Cette industrie, après des débuts difficiles, paraît prendre définitivement son essor. Voici la statistique des dernières années :

Années	Valeur de la Production
1906	$ 8.330
1907	5.000
1908	165
1909	10.339
1910	15.896

La principale cause des échecs subis par les exploitants a été la difficulté de concentrer le graphite, qui se trouve disséminé dans des lits de roches anciennes, comme dans les autres pays producteurs. La méthode de traitement paraît être à présent bien fixée, et il est à prévoir que la production pourra se développer régulièrement. Les prix de vente sont satisfaisants, et les gisements couvrent des étendues considérables de terrains. Le graphite canadien obtenu dans la province de Québec est coté à 5 cents la livre, soit 550 francs la tonne métrique.

Le principal centre de production se trouve actuellement dans le canton de Buckingham (province de Québec). Voici comment s'opère le traitement :

Les travaux d'extraction s'effectuent par galeries et puits. Le minerai consiste en un gneiss à sillimannite contenant une proportion variable de graphite en lits ou lamelles interstratifiés; les enrichissements ont une forme lenticulaire avec des puissances dépassant rarement 2m,50 : direction nord-sud, pendage 60° est. Certains affleurements sont exploités à ciel ouvert, tant que la solidité des parois latérales le permet. Le toit est tantôt du quartz pyriteux, tantôt du gneiss micacé très foncé, à amphibole et mica noir. C'est la substitution du graphite à ce dernier élément qui rend la roche exploitable.

La teneur de ces roches graphitiques varie de 4 à 8 0/0. Cette dernière teneur est considérée comme très satisfaisante.

La méthode de traitement à sec consiste d'abord à sécher le minerai car on ne peut broyer finement que des matières sèches. Le minerai brut sortant de la mine est passé dans des fours coulants avec du combustible de qualité inférieure, du bois sec par exemple.

Le minerai séché est alors soumis à une série de broyages et de tamisages ou blutages ayant comme double but : l'enrichissement en carbone et la production de la plus faible proportion de poussières ou

menus, le graphite en grains fins, même riche en carbone, ne vaut pas plus que la plombagine, c'est-à-dire qu'il perd les 4/5 de sa valeur marchande.

Ces deux buts étant contradictoires, il faut prendre un moyen terme, accepter un certain déchet pour obtenir le maximum possible de belles écailles qui commandent de hauts prix.

Ces écailles, qui paraissent, à l'œil et au toucher, constituées par un carbone pur, sont en réalité, quand on les examine avec un grossissement suffisant, formées par des empilages de ces écailles, contenant entre leurs feuillets des matières étrangères, qui abaissent considérablement le titre. Il n'est pas rare de voir ces intrusions entrer pour 25 0/0 dans le poids total des écailles, ce qui rend impossible l'enrichissement de ces dernières au-delà de 75 0/0, chiffre déjà assez médiocre, étant données les exigences commerciales.

Le broyage a pour but de détruire ces empilages et de libérer ainsi les impuretés qui sont broyées plus facilement que les lamelles de graphite qui sont souples et flexibles et qui échappent ainsi, en grande partie, à la pulvérisation. Aussi cherche-t-on à opérer ce broyage avec des appareils à écrasement (moulins chiliens, moulins à cylindres) plutôt qu'avec des désintégrateurs proprement dits.

On comprend aisément qu'avec une série de broyages de ce genre suivis de blutages à des numéros de tamis croissants c'est-à-dire avec des tamis de plus en plus fins, on peut arriver à séparer au fur et à mesure de leurs libérations les écailles de graphite contenues dans le minerai primitif. Toute l'habileté consiste à ne pas pousser trop loin ces broyages successifs et à s'arrêter lorsque les produits de plus en plus fins donnés par les blutoirs ont une valeur inférieure au coût de leur extraction.

Dans ces conditions, un déchet de 40 à 50 0/0 du graphite contenu dans le minerai brut n'a rien d'excessif. Avec les très hauts prix qu'obtiennent les beaux graphites en grandes écailles, c'est à la production de ces sortes riches qu'il faut viser : il n'y a rien à gagner, surtout dans les pays lointains où les frais de transport jouent un rôle capital, sur les graphites en poudre ou plombagines valant 100 à 150 francs par tonne.

Il en est d'autant plus ainsi que pour les usages auxquels sont destinés ces graphites pulvérulents (peinture, préservation des fers, industrie des conserves, etc.), le graphite artificiel rend les mêmes services et peut être vendu à ces bas prix tout en laissant aux producteurs de très beaux profits.

Graphite artificiel. — Aussi cette industrie du graphite artificiel est-

elle en accroissement considérable. Elle n'était que de 860.000 livres en 1900. Elle est vingt fois plus grande à présent. Voici les chiffres de la dernière décade pour les États-Unis où cette fabrication, qui s'effectue dans un four électrique, est monopolisée par la « International Acheson graphite Company », qui utilise à cet effet une partie de la chute du Niagara.

Aussi désigne-t-on communément, sur le marché des graphites, cette sorte artificielle, sous le nom de « Acheson Graphite ».

TABLEAU DE PRODUCTION DU GRAPHITE ARTIFICIEL AUX ÉTATS-UNIS

ANNÉES	PRODUCTION EN LIVRES ANGLAISES	VALEUR TOTALE DOLLARS OR
1900	860.750	68.850
1901	2.500.000	119.000
1902	2.358.000	110.700
1903	2.620.000	178.860
1904	3.248.000	217.790
1905	4.595.000	313.979
1906	4.868.000	312.746
1907	6.924 000	483.717
1908	7.358 000	502.667
1909	6.870.000	467.196
1910	13 149.000	945.000
1911	15.800.000	1.010.000

Le graphite artificiel se prépare en partant de l'anthracite ou du coke de pétrole, c'est-à-dire d'une matière très riche en carbone, amorphe, avec peu de produits volatils ou hydrocarbonés. On y ajoute un peu de sable de verrerie, du coke métallurgique et de la sciure de bois qui sert de liant. Les fours électriques dans lesquels s'opère la transformation ont une forme allongée et relativement étroite. Ils sont construits en matériaux réfractaires et munis d'un garnissage intérieur constitué par un mélange de sable, de coke et de sciure de bois; à chaque extrémité se trouve un pôle, en charbon, relié aux bornes de la génératrice électrique. On estime que la température à laquelle il faut porter la charge pour transformer le charbon en graphite est supérieure à 4.000° C.

Le graphite artificiel est employé pour la fabrication des électrodes, pour les batteries électriques sèches, comme peinture et préservatif du fer, dans l'électrotypie, comme lubréfiant, etc. Pour ce dernier emploi, on a mis récemment sur le marché un produit désigné sous le nom de graphite diffusé, qui n'est autre chose que de l'artificiel additionné d'eau, d'ammoniaque et d'acide gallo-tannique. Dans cet état, le gra-

phite reste indéfiniment en suspension dans l'eau, traverse avec elle les filtres de laboratoire, atteint en un mot un degré de finesse dépassant de beaucoup nos moyens habituels de pulvérisation. Sous cette forme, ce composé remplace avec avantage les huiles dans les graisseurs à pointeau, à bagues, etc. Il possède en outre la propriété de protéger le fer et l'acier contre la rouille. Beaucoup de lubréfiants à base d'huiles minérales en contiennent.

Il semble qu'il y ait une sorte d'union ou de combinaison permanente du graphite avec la surface du métal, dont il remplit les vides ou rugosités existantes à la surface des métaux, même quand nous les considérons comme parfaitement polis.

Cette graphitisation du fer a produit un accroissement considérable dans la demande du graphite artificiel. On peut dire d'ailleurs, en thèse générale, que les emplois actuels du graphite aussi bien naturel qu'artificiel ne constituent qu'une faible partie des usages futurs de ce corps dans les diverses industries où il est employé déjà, sans tenir compte des cas où il n'a pas encore été fait d'application de ses propriétés si variées. Il est probable notamment que la graphitisation remplacera l'étamage dans l'industrie de la conservation de substances alimentaires.

On voit que ces considérations sont de nature à justifier les prévisions les plus favorables pour l'industrie si récente du graphite à Madagascar. Il est évident que la qualité ne laissera rien à désirer, pour peu qu'on surveille la fabrication, que la vente en est facile, malgré une préparation et une présentation, encore un peu dans l'enfance surtout en ce qui concerne l'opération du polissage que les exploitants de Madagascar ne font pas encore subir à leurs produits et qui donne tant de lustre et de brillant aux qualités-types du marché.

Il existe d'ailleurs un mouvement marqué en faveur du développement de l'industrie du graphite dans tous les pays où il existe des gneiss graphitiques. On a beaucoup parlé, notamment dans ces derniers temps, des gîtes du sud-est de la Corée, concédés à un syndicat américain qui a produit plus de 7.000 tonnes en 1908, et tout récemment enfin des gisements de graphite estimés à plus de 500.000 tonnes ont été découverts sur la rivière Kureike, affluent de l'Yénisséï. On dit que sa teneur dépasse 92 0/0 de carbone et qu'il se placerait au second rang comme qualité, immédiatement après le Ceylan; mais il faut compter avec les difficultés du transport, l'Yénesséï n'étant libre de glaces à son embouchure que pendant trois mois de l'année à peine.

MINÉRAUX RADIFÈRES.

M. le professeur Lacroix avait déjà signalé, dans ses nombreux travaux minéralogiques sur Madagascar, l'existence de plusieurs composés uranifères et radifères, non seulement dans la région d'Antsirabé, déjà célèbre comme région d'élection de tant de formes minéralogiques rares et intéressantes, mais aussi dans la région du nord d'Analalava, aux environs de Maromandia, ainsi que dans la presqu'île d'Ampasandava.

Depuis ces premiers travaux, les découvertes se sont multipliées. En outre, la reconnaissance de ces espèces rares a été facilitée par la mise en exploitation, sur un pied industriel, de gisements secondaires de ces minerais d'urane. C'est dans les dépôts tourbeux, appartenant au quaternaire d'Antsirabé, que se présentent ces curieux minerais d'uranite, qui sont contemporains par conséquent de l'hippopotame (*H. Lemerlei*, Grandidier) et de l'œpyornis (*Æp. maximus*) dont on trouve des restes, très abondants et en excellent état de conservation, dans le quaternaire en question.

La description de ces gisements est à sa place dans ce chapitre, réservé à l'archéen du plateau central, car cette uranite, quoique toute récente comme âge géologique, dérive directement de gîtes en place, que nous avons eu l'heureuse chance de découvrir et qui se trouvent dans le granit qui forme la cuvette où le quaternaire s'est déposé.

Il y a plusieurs gisements de tourbe uranifère au sud d'Antsirabé, à 9 kilomètres environ de cette ville, à droite et à gauche de la grand' route qui descend au sud vers Ambositra. Le plus important, sur lequel on a installé une concentration mécanique au moyen de tables Dallemagne, se trouve à gauche en descendant vers le sud. On quitte la route au kilomètre 7 et on traverse le Manandona avant d'arriver au gisement (distance : 2 kilomètres à peine).

Géologie. — Ce gîte, de formation secondaire, se trouve compris dans la partie sud-est du terrain quaternaire d'Antsirabé, terrain qui s'étend sons forme d'un vaste rectangle, dont les longs côtés sont dirigés nord-sud entre Antsirabé et Ambohimanjaka.

Quaternaire d'Antsirabé. — Cette formation récente remplit, en stratification horizontale, toutes les parties basses du bassin de la Manandona. On peut lui donner approximativement, comme niveau, la cote 1600. Comme elle est formée de matériaux essentiellement meubles et tendres, les ruisseaux et la rivière elle-même s'y sont taillés des lits profonds,

de sorte que le quaternaire surplombe les thalwegs granitiques de ces cours d'eau d'une vingtaine de mètres donnant, en de multiples points, d'excellentes coupes de la formation.

En voici la composition et la puissance, telles que je les ai relevées à mon passage sur le gisement dit de la Manandona (*fig.* 110).

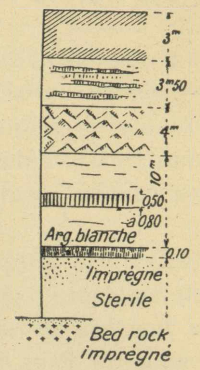


Fig. 110. — Coupe du quaternaire uranifère d'Antsirabé.

Au sommet ; épaisseur de terre végétale variable de 5 à 3 mètres suivant la situation.

Au-dessous, 3m,50 de tourbe terreuse mélangée d'argile.

Ensuite, et toujours dans l'ordre descendant ; argile blanche, kaolinisée, 4 mètres. Sur d'autres points, alternance de cette argile blanche avec des marnes grises, atteignant jusqu'à 10 mètres, mais cet étage se termine en tout cas par un banc d'argile blanche. Au milieu de cet étage un banc de tourbe de 0m,50 à 0m,80, dont 0m,10, tourbe riche en uranite.

1 mètre, marne grise imprégnée d'écailles d'uranite, surtout dans le voisinage de la tourbe.

0m,10 bed-rock de granit, imprégné aussi.

Cela fait en tout, 1m,20 de terrain minéralisé à enlever et à laver.

Nature du minerai. — Le minerai est tout à fait spécial comme aspect. C'est de l'uranite (phosphate d'urane) en lamelles d'une belle couleur vert pomme tirant sur le jaune, un peu dichoïque, disséminées dans les feuillets de la tourbe noire et aussi dans les interstices de la marne. Après triage dans la mine, le produit à laver tient 0,5 à 0,6 0/0 d'urane. Le lavage, sorte de simple débourbage avec classificateurs à pointes et tables Dallemagne, amène le produit à une teneur marchande de 8 à 10 0/0 d'urane. Le jeune ingénieur-directeur de la mine M. Max Helson, qui a réalisé avec beaucoup d'intelligence et d'énergie cette préparation mécanique, espère faire mieux et atteindre 12 0/0 si il pouvait disposer d'un nombre plus grand de ces tables, qui exigent une classification très soignée pour donner une bonne séparation, surtout avec la faible densité de l'uranite (3,05). Même à 8 0/0, ce minerai, très demandé, se paie à raison de 15 francs le kilogramme métal, soit $18 \times 150 =$ 2.700 francs la tonne.

Les exploitants étudient aussi une méthode chimique de traitement, qui paraît logique à première vue. Malheureusement le transport des produits chimiques, notamment des acides, paraît devoir être, du moins dans les conditions actuelles des transports, une difficulté majeure pour toute méthode exigeant leur emploi.

Le croquis en marge (*fig.* 111) donne la situation des lieux à l'état des travaux de traçage.

Sur toute la longueur de l'affleurement, soit 200 mètres, on a fait un

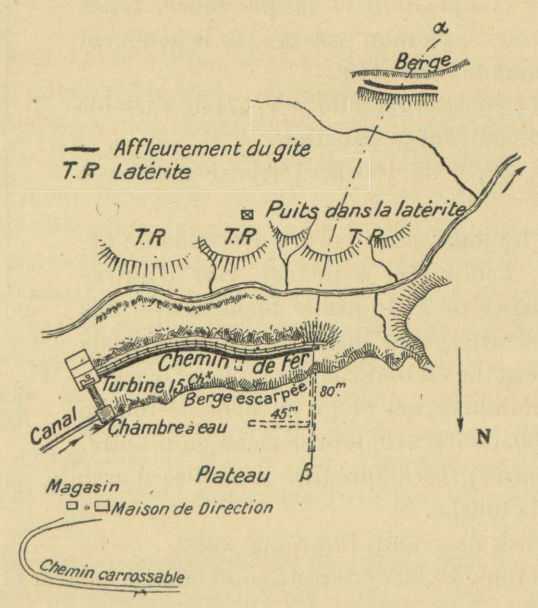


Fig. 111. — Exploitation d'uranite de la Manandona.

chemin de roulage aboutissant à l'usine de lavage, actionnée par une turbine de 15 chevaux, dérivée des chutes de la Manandona.

Une galerie horizontale découpe le gîte en profondeur sur 80 mètres. Enfin une recoupe de 45 mètres sur la droite achève un traçage d'environ 10.000 mètres cubes équivalent à 20.000 tonnes de minerai de lavage à abattre.

Un autre gisement analogue se retrouve à environ 1.500 mètres dans le sud-ouest. Dans l'intervalle, les alluvions quaternaire sont été enlevées

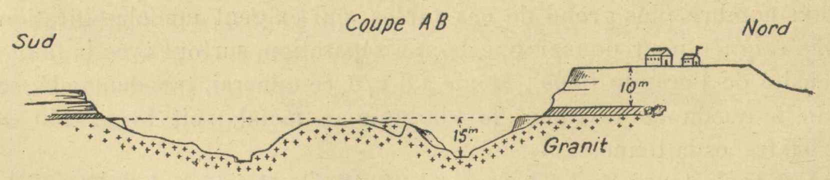


Fig. 112. — Prolongement du gîte uranifère de la Manandona.

par les érosions. Aussi un puits creusé sur la colline en face des chantiers que je viens de décrire, de l'autre côté du ruisseau, n'a-t-il rencontré que de la latérite et du granit. C'était à prévoir (*fig.* 112).

Le gîte à 1.500 mètres à vol d'oiseau se présente dans des conditions identiques à celles de celui que je viens de décrire, c'est, sans doute aucun, un autre lambeau de la même formation.

Conclusions. — On voit, par ce qui précède, que les gisements quaternaires d'uranium d'Antsirabé sont des dépôts de formation secondaire, provenant de la décomposition de gisements primitifs de minerais uranifères, tels que la céresite, la fergussonite (niobiotantalate d'yttrium) et d'autres composés oxydés de l'uranium. Le phosphore a été fourni par l'apatite qui abonde dans les granits du centre de l'île.

Il y avait un grand intérêt à rechercher le ou les gîtes originaires. L'importance des dépôts quaternaires que je viens d'esquisser me donnait à penser que les minéraux constituants primitifs devaient se trouver en quantités relativement considérables pour avoir pu donner lieu à une formation secondaire aussi intense.

La position des granits à uranium devait être cherchée, selon toute probabilité, sur le bord occidental du massif granitique que traverse la route d'Antsirabé à Ambositra, depuis Antsirabé jusqu'en aval des gisements uranifères, en cherchant sur la limite de ces granits avec le quaternaire qui recouvre la plaine, jusques et y compris Ambohimanarivo, à l'est de la grand'route.

Reconnaissance des gîtes primitifs. — A la suite d'une course géologique faite le 17 novembre 1910, en compagnie de M. Guillaume

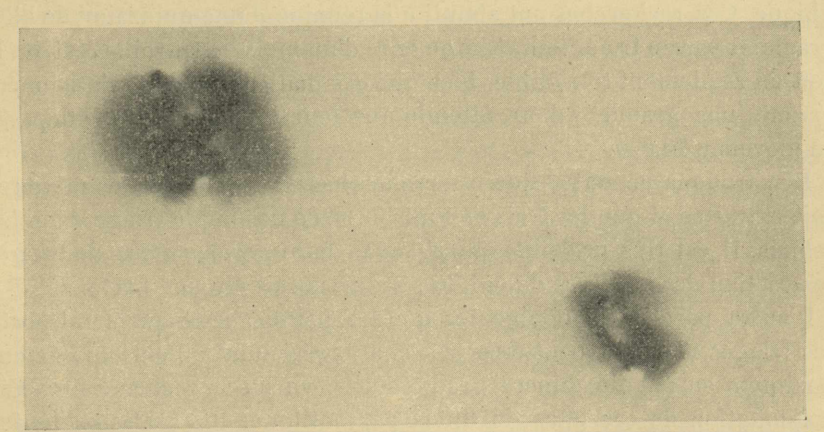


Fig. 113. — Radiographie de cristaux provenant de pegmatites uranifères des environs d'Antsirabé.

Grandidier, pendant laquelle nous avons parcouru les crêtes granitiques qui dominent le quaternaire au sud de la Manandona, nous avons trouvé de nombreux minéraux radifères au sein des déblais de plusieurs filons

de pegmatites abandonnées, dans lesquels on avait cherché de la tourmaline et des béryls.

La plupart de ces cristaux, de couleur foncée, ne se prêtant pas aisément à des déterminations cristallographiques, nous avons dû, pour en reconnaître exactement la nature, après en avoir fait un triage, les exposer, pendant une nuit, dans une boîte fermée, au contact d'une plaque de vérascope.

Des empreintes parfaitement nettes (*fig.* 113) nous désignaient, après virage et fixations du cliché, ceux des échantillons qui présentaient des caractères de radioactivité. Les cristaux que j'ai soumis à l'examen de M. le professeur Lacroix, à mon retour à Paris, étaient en majeure partie des cristaux de fergussonite. L'un d'eux pèse 156 grammes.

Un gisement analogue existe dans un filon de pegmatite avec quartz rose qui se trouve à 1.500 mètres environ de la route d'Antsirabé à Bétafo, au kilomètre 11 à partir d'Antsirabé, un peu après qu'on a dépassé le chemin qui s'embranche, à gauche, pour aller au cratère fameux du volcan Tritrive. Les minerais radifères sont épars aussi dans les déblais de l'exploitation de quartz rose et de béryls dont ces têtes de pegmatites ont été l'objet. Les travaux étaient suspendus par suite de la mévente du quartz rose à l'époque de mon séjour dans la colonie.

A la suite de ces constatations, les indigènes ont commencé à rechercher ces cristaux de minerais uranifères dont nous leur avions remis des types très nets, car il va sans dire qu'il est impossible d'appliquer en grand la vérification de la radio-activité par l'impression photographique. Ces recherches ont abouti à la réunion d'une quinzaine de kilogrammes par un trieur indigène, au bout d'un mois de travail. C'est, on le voit un rendement très faible, bien que ces matières aient, relativement parlant, une grande valeur, attendu que leur teneur en urane dépasse en moyenne 20 0/0.

Remarquons en outre que ces recherches ont porté sur des matières déjà extraites et que les frais se sont bornés à un simple triage dans les déblais. Il est très probable que s'il avait fallu payer, en sus du triage, l'extraction des matières du sol, le résultat aurait été une perte.

D'autre part, on peut objecter que les points sur lesquels ont porté nos triages n'étaient peut-être pas ceux présentant un enrichissement maximum en fait de minerais radio-actifs, vu qu'on recherchait, dans l'exploitation de ces têtes de filons pegmatiteux, des matières toutes différentes, dont il n'est pas prouvé que les minéraux radio-actifs soient les seuls satellites habituels. Il en est tellement ainsi que les minerais de ce genre, signalés par M. Lacroix dans l'ouest de la colonie, ne sont nullement en dépendance de gisements de pierres précieuses ou de quartz colorés.

Les résultats que nous avons obtenus et que j'ai brièvement résumés dans cet article ne doivent donc être considérés que comme une première ébauche. Ils suffisent toutefois pour démontrer que les minerais radifères, aussi bien dans leurs gîtes secondaires qu'en place dans l'archéen, sont abondamment répandus et méritent qu'on s'occupe sérieusement de leur recherche et de leur exploitation. Les prix très élevés et sans cesse croissants qu'on offre pour les minerais radifères, leur extrême rareté et le nombre de plus en plus grand des applications du radium sont autant de facteurs qui militent en faveur du développement économique des gîtes radifères de Madagascar.

CUIVRE, PLOMB ET ZINC

Cuivre. — Les gisements de cuivre paraissent être assez répandus dans les terrains anciens de Madagascar. Ceux qui dépendent des basaltes et des trapps de la côte ouest sont décrits daus le chapitre III, consacré aux terrains éruptifs. J'y renvoie (voir page 277), afin d'éviter des redites et pour conserver aux descriptions que je donne l'unité géologique qui a servi de base à mon exposé.

Gisement d'Ambatofangehana. — Le plus célèbre de ces gisements de cuivre du plateau central est celui d'Ambatofangehana, situé à l'ouest d'Ambositra. Il a été exploité du temps de la Reine. Le minerai qu'on en retirait à cette époque, composé uniquement de malachite non pyriteuse, provenant de l'oxydation superficielle de la pyrite cuivreuse, qui a été rencontrée aussitôt que les travaux se sont approfondis tant soit peu, était des plus faciles à réduire au bas foyer grossièrement soufflé et donnait directement du cuivre noir, très facile aussi à affiner.

Ce sont ces opérations métallurgiques très simples que, longtemps avant notre conquête, le Français Laborde avait, avec bien d'autres plus compliquées, introduites et appliquées à Madagascar.

J'ai visité ce gisement en venant des mines d'or de l'Itéa (voir page 65), ce qui m'a permis d'effectuer le levé géologique du terrain compris dans le grand quadrilatère : Pont sur la Mania, Ambositra, vallée de l'Itéa et Ambatofangehana, mettant ainsi en évidence les caractères principaux de cette région : je la caractériserai d'un mot : métamorphisme intense. Les cipolins sont, en majeure partie, transformés en cornes vertes ; quand ils sont restés encore à l'état carbonaté, ils sont cristallisés en gros cris-

taux translucides, comme du sucre candi et fréquemment injectés dans cet état, de silicates basiques.

Ce métamorphisme s'étend dans l'ouest bien au delà de la région que j'ai parcourue. C'est à ce phénomène que se rattachent les véritables ardoises d'Ambatofinandrahana, transformation de schistes, très probablement primaires, qui y forment un grand synclinal au sein des terrains archéens. Ce fait avait déjà frappé les premiers explorateurs, notamment M. Guillaume Grandidier, qui me les a signalés au cours de notre commun voyage dans la région d'Ambatofangehana; M. Boule en fait aussi mention dans sa coupe générale de Madagascar, annexé à la première carte géologique de la colonie publiée en 1900 par ce savant professeur.

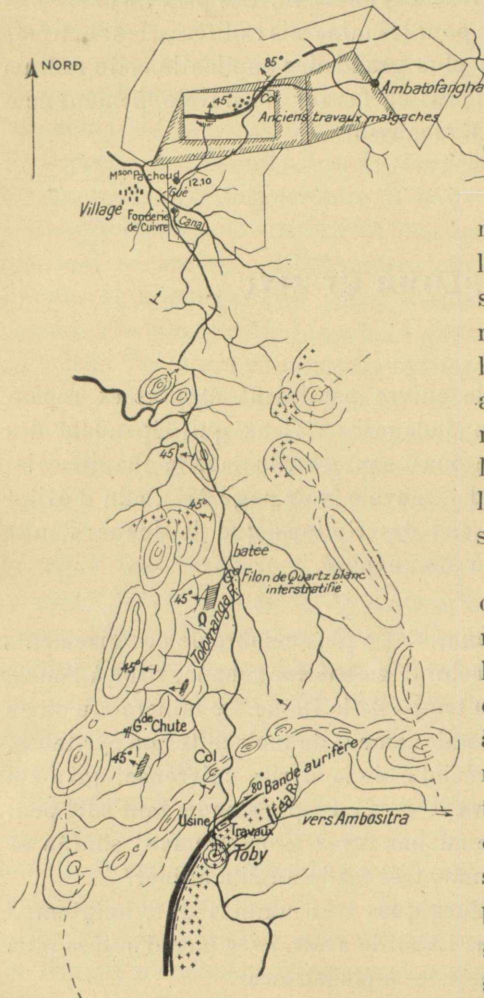


Fig. 114. — Itinéraire géologique de la vallée de l'Itéa aux mines de cuivre d'Ambatofangehana. — Echelle : 1/200.000.

Les granits à mica blanc, qui forment le sommet de la montagne sur laquelle se trouve le gîte en question, paraissent étroitement liées non seulement à ce métamorphisme général, mais bien aussi à la minéralisation locale des cipolins adjacents. La figure 115, qui représente la coupe en travers du principal chantier d'Ambatofangehana, montre clairement la genèse de ce gisement.

C'est un gîte de contact, développé par substitution du minerai de cuivre pyriteux à un banc de calcaire cipolin au contact de la granulite. Ces cipolins se chargent, en outre du minerai de cuivre, de nombreux minéraux basiques, grenats, etc., constituant une source inépuisable de beaux échantillons pour cabinets de minéralogie.

La granulite elle-même est décomposée avec de nombreuses mouches de minerai de cuivre, transformé en sels oxydés : malachite, azurite chrysocolle, etc., dans le voisinage de la surface.

Une excavation de 15 à 20 mètres de long et ayant la section que j'indique ci-contre permet de se rendre aisément compte de la formation. Ce sont des enrichissements en filets discontinus entre les strates du cipolin et aussi dans le mur de granulite (*fig*. 116).

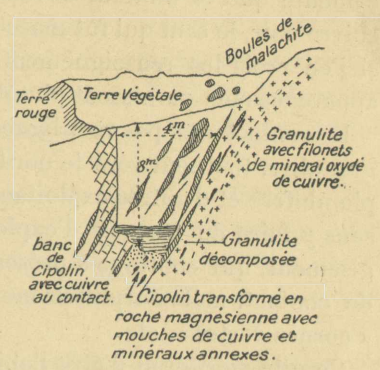


Fig. 115. — Coupe du chantier à Ambatofangehana.

On a pu, du temps de la Reine, tirer de ces affleurements de beaux minerais de cuivre carbonaté (malachite), qui se suivent assez loin pour qu'on les retrouve encore le long de la route allant à l'ancien village d'Ambatofangehana. On voit encore, dans la terre rouge, les trous presque

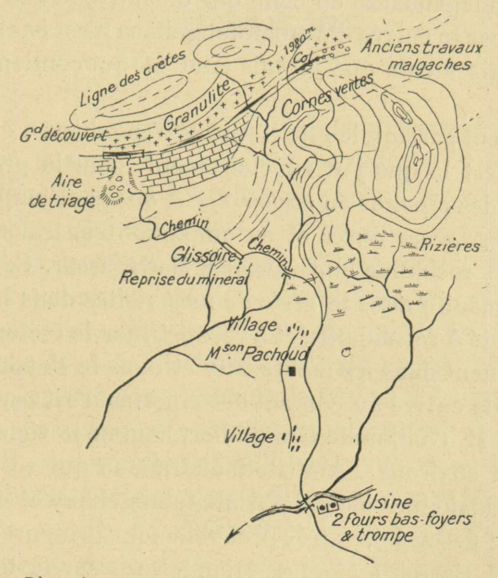


Fig. 116. — Plan des travaux de la mine de cuivre d'Ambatofangehana.

jointifs chers aux Malgaches, qui venaient chercher, comme des pommes de terre, les boules de malachite sur l'affleurement, mais sans pénétrer, bien entendu, ni dans la roche dure, ni dans la zone à demi oxydée qu'ont atteint les travaux des Européens qui leur ont succédés. C'était déjà assez profond pour que, dans les deux petits bas foyers qui avaient

été installés au bord de la rivière, en dessous des habitations, on commençât à ne plus retirer que de la matte et non du cuivre noir, preuve évidente que le minerai devenait pyriteux. De ce dernier produit, le cuivre noir, le seul qui fût marchand, réellement il a été obtenu 5 tonnes, si j'en crois les renseignements qu'on m'a donnés et qui d'après les apparences me paraissent plutôt supérieurs à la réalité.

Le contact n'est pas rectiligne ; les couches de cipolins, appuyées sur la granulite, tournent vers le nord-est, puis vers le nord. Le gîte devient plombifère et d'autres exploitants y ont pris de nombreux terrains, mais sans y faire de travaux d'explorations suffisants pour mettre à nu le gisement, qui continue à présenter toutes les caractéristiques d'un gîte de contact, métamorphisations des cipolins, présence de nombreuses « cornes vertes », etc.

Ce gîte mériterait d'être l'objet de travaux d'approfondissement pour voir quelle sera plus bas, hors de la zone d'oxydation superficielle, l'allure des portions pyriteuses. Dans ces gîtes de contact, il est très difficile de diagnostiquer, dans un sens ou dans l'autre, ce qui peut se présenter en profondeur. Il semble en tout cas qu'il y a eu une action complètement indépendante de celle qui a contribué à la formation des gîtes aurifères, car le cuivre d'Ambatofangehana n'est pas aurifère, à l'inverse d'autres gisements que je vais citer et qui contiennent aussi du métal précieux.

Géologiquement parlant, le gîte d'Ambatofangehana a été très instructif pour moi. C'est là que j'ai vu clairement, pour la première fois, la transformation des cipolins en *roches vertes* ou, pour employer le terme devenu usuel en *cornes vertes* et en amphibolites, transformation que personne n'avait reconnue auparavant à Madagascar. Cette notion que j'ai appliquée ensuite dans le reste de mes visites dans la colonie, m'a puissamment aidé à reconnaître et à reconstituer le tectonique des gîtes étudiés, notamment dans les monts Bity et dans le Betsiriry.

Ce gisement de cuivre au contact des cipolins n'est pas le seul connu dans la colonie. M. Guillaume Grandidier, comme je viens de le dire, en a visité un aux environs d'Ambatofinandrahana qui se présente dans des conditions analogues à celui d'Ambatofangehana et qui est de plus en relation avec des ardoises très probablement primaires. J'en ai visité aussi un chez M. Carrol, au sud de Miandrivazo sur la limite du Bongo Lava et du Betsiriry, mais ce dernier appartient à un type un peu différent : les cipolins sont complètement transformés en amphibolites dans toute cette région (sud-est de Miandrivazo, bordure extrême du Bongo Lava), et le cuivre, à l'état de pyrite cuivreuse *notablement aurifère* se présente dans les mêmes conditions que l'or, en lentilles interstratifiées dans l'archéen. Je n'y ai constaté aucune continuité visible à la surface du sol.

Des gisements analogues sont reconnus à Kiranomena, près de Dabolavo (bordure du Bongo Lava), et aux chutes de l'Onivé, au nord-est d'Antsirabé ; ces derniers paraissent intéressants à cause de la teneur élevée en or (plus de 60 grammes à la tonne de minerai) qu'ils contiennent. La proximité de chutes d'eau très importantes permettrait le traitement mécanique et électrique de ces minerais. Toutefois aucun d'eux n'a été l'objet de travaux de reconnaissance suffisants pour porter un jugement raisonné.

Signalons, pour terminer ce qui concerne le cuivre, aurifère et pyriteux, que le service des mines a accordé en 1909 une concession pour l'exploitation de ce métal à Ivoianana (province d'Ambositra). Deux nouvelles concessions ont été accordées en 1910 et 1911 pour la même région.

En résumé, la recherche et la mise en exploitation des minerais de cuivre à Madagascar paraît être une des opérations minières sur métaux communs présentant de sérieuses chances de succès.

PLOMB ET ZINC

Plomb. — Le gîte cuprifère d'Ambatofangehana se continue en s'infléchissant vers le nord, en conservant ses caractères de gîte de contact et de substitution, mais le remplissage change. Au lieu de pyrite cuivreuse c'est de la galène à larges facettes qui se présente avec, aux affleurements, les produits ordinaires d'oxydations (cérusite, pyromorphite) et de cémentation (croûtes de cérargyrite ou chlorure d'argent) signalés il y a déjà plusieurs années par M. le professeur Lacroix.

J'ai déjà dit que la galène associée à la blende se rencontre en abondance dans les filons quartzo-barytiques de la région d'Andavakoëra. Ces sulfures, accompagnés de pyrite de fer, sont parfois très aurifères dans leur masse. J'ai rapporté des échantillons oxydés de surface venant de la mine de Ranomafano, où des minces filaments d'or en fils ténus sont seuls restés dans les cavités du quartz traversant des pseudo-morphoses de blende, disparue, dissoute par les eaux météoriques.

Zinc. — La blende accompagne, comme d'habitude, la galène dans ses divers gisements. On en signale aussi, en dehors des terrains archéens, dans le sédimentaire des environs de Maromandia, où M. Vuillaume a indiqué un gisement paraissant important, mais que je n'ai pas pu retrouver d'après ses indications sommaires.

Tous ces minerais n'ont été jusqu'ici l'objet d'aucun travail de recherche, à cause des difficultés de transports. On ne pourrait songer à tirer parti que de ceux très voisins du littoral.

Fer. — Pour la même raison, les gîtes de fer, très nombreux, aussi bien dans l'archéen que dans les terrains secondaires n'éveillent jusqu'ici aucun intérêt industriel. Les Hovas, depuis le temps de Laborde, ont continué à faire un peu de fer par la méthode du bas foyer au charbon de bois avec soufflerie à main, mais c'est une industrie qui disparaît.

Nickel. — Ce métal est, avec le cuivre, à cause de son prix élevé, un de ceux qu'on pourrait songer à exploiter, surtout si le minerai se prêtait à une concentration sur place.

On n'en connaît qu'un seul gisement près d'Ambositra au sein du massif isolé de serpentine décomposée, de Valozoro. Le nickel se présente sous forme d'hydrosilicate de magnésie et de nickel (garniérite) analogue à celui de la Nouvelle-Calédonie ou de l'Oural. Aucun travail n'a été attaqué sur ces serpentines, de sorte qu'on ignore encore quel est le minerai originaire en profondeur. Le manque de combustible ne permet guère d'espérer une concentration sur place au moyen de la fusion. Si cette garniérite n'était au contraire qu'un produit de décomposition superficielle de combinaisons sulfurées de nickel en profondeur, il y aurait espoir de pouvoir soumettre le minerai à une simple concentration mécanique on électrique. Cette hypothèse mérite qu'il soit fait quelques travaux pour la vérifier.

Manganèse et cobalt. — Cette association, si fréquente dans les gîtes hydrothermaux en relation avec les serpentines en Nouvelle-Calédonie, paraît aussi ne pas être rare à Madagascar. M. le Dr Merle signalait, dès 1906 à l'Exposition coloniale de Marseille, une psilomélane ferrifère et cobaltifère d'Andaobatotany. En 1908, on a découvert dans la région de Soavinimerina, à 25 kilomètres environ au nord-ouest de Tananarive, une asbolane (mélange hydraté d'oxyde de manganèse et d'oxyde de cobalt) imprégnant des grès.

L'intérêt qui s'est attaché pendant longtemps aux minerais cobaltifères a complètement disparu depuis quelques années. Les cours de ce métal, qui n'a d'emplois qu'à l'état d'oxydes ou de smalts pour les couleurs de feu, sont tombées au dixième à peine de leur ancienne valeur.

Étain. — On annonce fréquemment la découverte de la cassitérite à Madagascar, et le bureau des essais de Tananarive reçoit constamment

de la brousse des résidus de batées composés de grains brunâtres, très lourds, qui éveillent les espoirs du prospecteur.

Ce sont la plupart du temps des grenats almandins à demi décomposés et souvent aussi du rutile.

Il n'est cependant nullement impossible qu'on en découvre. Géologiquement et minéralogiquement parlant, on est en droit d'espérer la découverte de cet important minerai. Contrairement, en effet, à ce que je disais plus haut à propos du cobalt, métal qui n'a qu'un marché étroit et des applications restreintes, l'étain voit son cours en hausse constante depuis nombre d'années. La demande augmente et les gîtes classiques des « Détroits » s'épuisent visiblement. Ce serait une ressource précieuse pour notre colonie si on y trouvait des gîtes d'étain.

Je rappelle que les satellites ordinaires de la cassitérite sont : le mica blanc, la fluorine, la topaze, le bismuth et la tourmaline et que ses roches d'élection sont les granulites claires. Les granulites stannifères, décomposées en surface, s'essaient tout simplement à la batée. Une teneur de 5 kilogrammes de cassitérite à la tonne de roche décomposée, n'exigeant, pour donner son produit, qu'un pelletage et qu'un lavage au sluice, est déjà payante.

Phosphates. — Les terrains granitiques du centre de l'Ile, notamment dans la région des Monts Ibity, sont riches en apatite. C'est à la décomposition de cet élément constitutif que sont dus les dépôts si curieux de phosphate d'urane dans le quaternaire d'Antsirabé (Voir *supra*, p. 207).

Comme phosphates sédimentaires : nodules en couches dans le lias ou dans les autres étages des terrains secondaires ou tertiaires, je n'ai rien trouvé dans le cours de mon voyage.

M. le contrôleur des Mines de Diégo-Suarez m'a remis des échantillons très pauvres de craie phosphatée provenant du terrain crétacé de sa circonscription, sur la route littorale de l'Ouest.

Toutes ces indications sont médiocres.

GISEMENTS DE PLATINE DE LA COTE EST

Le platine est connu depuis déjà plusieurs années dans la colonie, mais jusqu'ici on n'était pas bien fixé sur son mode de gisement, sur les roches qui l'accompagnent et enfin, sur les points exacts où on le trouve.

D'après M. Borie, contrôleur des Mines à Tamatave, qui m'a donné les renseignements qui suivent, lors de mon passage dans ce port, en 1911, il existe plusieurs gisements dans le district de Vatomandry et aussi dans celui de Tamatave. Leur production a été de près de 300 grammes en 1910, récoltés dans les alluvions.

Dans le district de Vatomandry, ce métal se trouve dans la vallée de la Vatana.

On connaît des alluvions platinifères sur l'affluent Sahanimorano, entre le village Fandroma, situé sur la rive droite dudit affluent et le confluent avec la Vatana.

Le gisement original du métal paraît devoir être rapporté à un gneiss à mica blanc, dans lequel on trouverait le métal précieux dans les mêmes conditions que l'or interstratifié dans des formations analogues. Toutefois les échantillons que m'a remis M. Borie ne montraient, à la loupe, aucune paillette de platine.

On le trouverait aussi dans les quartzites, ainsi que dans les micaschistes, toujours dans la même région du sud de Tamatave, et aussi *interstratifié*, c'est-à-dire dans des conditions identiques à celles dans lesquelles on rencontre l'or dans les terrains archéens de Madagascar.

A propos des gisements alluvionnaires de platine, la Chambre des Mines de Tananarive a reçu de M. le chef de service des mines la communication suivante qui signale un fait des plus intéressants pour les prospecteurs :

« J'ai l'honneur de vous faire connaître que M. Pétré, chimiste, Chef du laboratoire de chimie minérale, m'a rendu compte qu'il avait été amené à constater, à plusieurs reprises, que les petits grains de platine qui ont été soumis à l'analyse de son laboratoire, étaient enrobés par une petite pellicule de fer, formant gangue.

« Certains échantillons contenaient jusqu'à 14 0/0 d'oxyde de fer. Ces échantillons accusent une densité voisine du chiffre 17; c'est-à-dire qu'ils sont un peu moins lourds que l'or, mais restent, cependant, au fond de la batée en mélange avec lui. Ils sont attirés par l'aimant et, par suite,

peuvent être considérés comme du fer, par les prospecteurs, et rejetés comme stériles, alors que leur valeur est bien supérieure à celle de l'or.

« J'attire particulièrement votre attention et celle des prospecteurs sur la découverte de M. Pétré, car elle peut avoir, dans certains cas, des conséqnences heureuses.

« J'estime qu'il y aurait lieu, pour votre assemblée, de la porter à la connaissance des intéressés, qui seraient ainsi amenés non seulement à se préoccuper du contenu de leurs fonds de batées, mais arriveraient peut-être à des découvertes plus sérieuses de gisements de platine en se rappelant qu'il est associé à du fer. »

AMIANTE ET ASBESTE

J'ai visité, dans la région littorale située au nord de Tamatave, sur la côte Est, divers gisements d'amiante et d'asbeste qui présentent des particularités intéressantes. On sait combien sont recherchées les fibres textiles données par le minéral particulier, le chrysotile (le *cross-fiber* des Américains) dérivé des serpentines, dont il a la composition. La caractéristique du chrysotile est de se rencontrer en veines généralement peu épaisses, dépassant rarement 10 centimètres, dans lesquelles les fibres de minéral sont *perpendiculaires aux épontes*. Malgré cette longueur réduite, les fibres sont si souples et si résistantes qu'elles se prêtent à toutes les opérations de la filature et du tissage comme de la laine ou du coton. Aussi est-ce la sorte qui, au point de vue commercial, commande les plus hauts prix. On l'exploite au Canada, aux mines de Tethford ; aux États-Unis : dans l'État du Wyoming au sud de la ville de Casper, ainsi que dans la région de Lowell (Vermont).

On trouve aussi des fibres d'amiante à *cross fiber* dans les calcaires métamorphisés par la serpentine. Un gîte célèbre appartenant à cette variété géologique existe dans le grand cañon de Colorado, dans l'État d'Arizona (U. S. A.). Le chrysotile ayant une telle origine est aussi recherché que celui provenant des veines dans la serpentine pure.

Les gîtes d'asbeste et d'amiante, que j'ai visités à Madagascar, n'appartiennent à aucune de ces deux variétés.

Ils dépendent de roches tout à fait différentes, se rapprochant des amphibolites et des pyroxénites, comme on les a trouvés à Bedford, dans l'État de Virginie. Cette amiante, beaucoup moins souple que le chrysotile, bien que se présentant en fibres parfois fort longues et soyeuses, mais cassantes, ne se prête pas à la filature et a une valeur bien moindre que celle dérivant des serpentines.

La figure 117 donne des indications sur la position de ces gisements. Comme on le voit, ils se trouvent dans deux régions bien distinctes, à savoir à Lohanifotsy et sur les bords de l'Onibé.

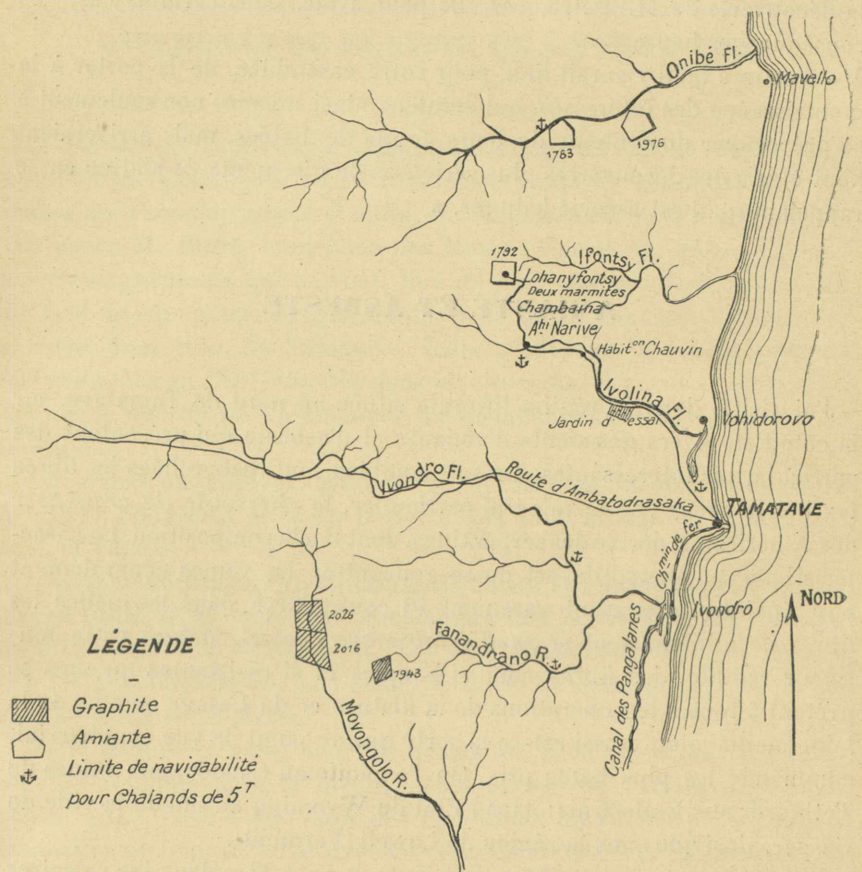


Fig. 117. — Gisements d'amiante et de graphite de la région de Tamatave.

Gîte de Lohanifotsy. — Ce gisement, encore très mal reconnu, se trouve dans le voisinage immédiat du village du même nom.

Géologie. — Le terrain est de l'archéen très redressé, très tourmenté, comme c'est le cas toute la région côtière de Madagascar est. Avant d'atteindre cet archéen, nous avons rencontré en allant de Tamatave aux mines, d'abondantes coulées de basalte que traversent la route carrossable après le jardin d'essai. Ces basaltes passent à des roches éruptives feldspathiques grises aux environs de l'habitation Chauvin.

Elles ne paraissent avoir joué aucun rôle dans la formation des gîtes d'amiante.

Ainsi qu'on le voit sur le plan du terrain (*fig.* 118), la région est assez brouillée. La formation paraît gneissique dans l'ouest, et sur elle s'ap-

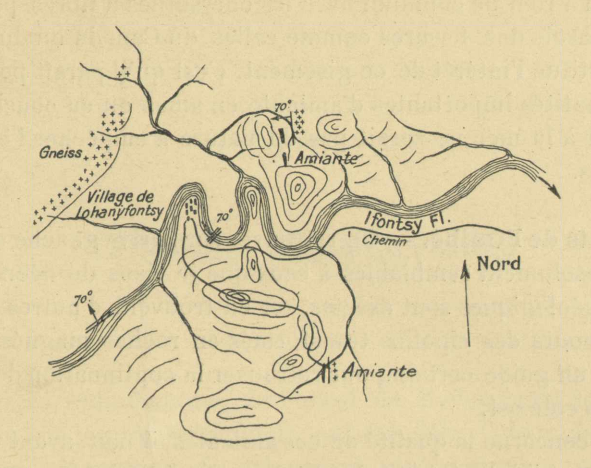


Fig. 118. — Plan du gisement de Lohanifosty.

pliquent des roches variées, notamment une sorte d'amphibolite, ou, plus exactement, de péridotite, au contact de laquelle ont été trouvés les divers affleurements d'amiante reconnus jusqu'ici.

J'ai prélevé un échantillon de cette roche que je suis porté à considérer comme dérivée par métamorphisme, de bancs interstratifiés de cipolins, complètement disparus à la suite de cette transformation (*fig.* 119).

O E
Roche métamorph.
Masse de trémolite, amiante, etc., Puissance indéterminée

Fig. 119. — Contact métamorphique.

Cette vue théorique est confirmée par le développement considérable des roches magnésiennes dans cette région. La rivière est encombrée de blocs tendres de trémolite vert clair dont j'ai pris de beaux échantillons et qui témoignent de l'existence, à proximité immédiate, de bancs de cette substance si habituelle dans les gîtes de contact et de substitution.

Nature du minerai. — Aux endroits où l'amiante a été trouvé, on ne connaît pas la puissance du gîte, mais elle paraît devoir être de plusieurs mètres. Le minerai paraît déposé au contact et en concordance de stratification avec le banc de roche métamorphique signalé plus haut.

L'amiante est à fibres longues et paraît devoir être de bonne qualité, sans parties pierreuses interposées. Malheureusement, je n'ai pu prélever

que des échantillons de surface presque entièrement pourris, mais ils permettent de se rendre compte que la matière est déposée en amas lenticulaires et n'a rien de commun avec les chrysotiles à fibres perpendiculaires aux parois des fissures comme celles du Canada ou du Piémont. Ce qui constitue l'intérêt de ce gisement. c'est qu'il paraît pouvoir donner des quantités importantes d'amiante en amas ou en couches et que le transport à la mer ne serait pas de nature à empêcher l'exportation des produits.

Gisements de l'Onibé. — On retrouve, sur la rive gauche de l'Onibé, des gîtes absolument semblables à ceux que je viens de décrire. Si nos prévisions géologiques sont exactes, on en trouvera d'autres encore en suivant le cours des cipolins transformés en roches magnésiennes. Ce serait alors un guide certain pour retrouver la continuation des asbestes le long de la côte est.

En ce qui concerne la qualité de ces amiantes, il faut, avant de pouvoir se prononcer, qu'il ait été fait des travaux en profondeur pour étudier les fibres non décomposées. Ce qu'il y a à craindre, c'est qu'elles manquent de la souplesse et de la tenacité nécessaires pour permettre leur emploi dans la fabrication de produits textiles d'amiante, qualités qui commandent les plus hauts prix.

Toutefois, même pour les sortes moins appréciées, l'exportation serait facile, car les moyens d'évacuation sur l'Onibé, qui est navigable très loin par chalands et pirogues accouplés, sont encore plus favorables que ceux de Lohanifotsy.

Les fibres paraissent aussi plus longues et moins mélangées de trémolite.

CHAPITRE II

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

Les terrains sédimentaires de l'ouest de Madagascar, signalés pour la première fois par A. Grandidier, ont été déjà l'objet de nombreux travaux qui ont permis de déterminer avec précision, pour certains d'entre eux, à la fois leurs limites, leur faune et leur flore, les classant ainsi d'une façon définitive dans l'échelle stratigraphique. C'est ainsi que la belle thèse de M. P. Lemoine sur le crétacé n'a laissé à ses successeurs que des points secondaires à glaner.

Le jurassique et le lias, jusqu'au contact de ce dernier terrain avec les grès du Betsiriry, ont donné lieu aussi à de nombreuses déterminations de fossiles et de plantes ne laissant aucun doute sur l'âge des couches, L'horizontalité presque complète des strates, les profondes découpures produites dans les cassures jurassiques par les cours d'eau qui s'y sont frayés un passage, mettant ainsi à nu des coupes multiples du terrain, sont autant de circonstances favorables à la récolte des fossiles et à la reconnaissance des différentes assises.

Il n'en est pas de même pour les couches sous-jacentes, qui débutent par les grès de Betsiriry, classés tantôt dans l'infra-lias et tantôt dans le trias sans que des raisons paléontologiques aient permis jusqu'à ces derniers temps de trancher la question.

La découverte d'importants affleurements de naphte épais, qualifié de bitume par les premiers prospecteurs, au sein de ces grès, a attiré dès 1905, c'est-à-dire dès que la pacification des pays sakalaves a été un fait accompli, l'attention des chercheurs. Leurs travaux eurent pour résultat d'amener une reconnaissance beaucoup plus exacte et plus complète de ces grès pétrolifères.

A la même époque le capitaine Colcanap démontrait dans l'est de Tuléar, l'existence des terrains permiens avec couches de houille et fossiles caractéristiques, établissant ainsi, d'une façon indiscutable,

l'existence du terrain primaire à Madagascar, existence considérée jusqu'alors comme hypothétique.

De cet ensemble de faits résultait la nécessité d'une coordination des résultats obtenus. Indépendamment des travaux des prospecteurs sur le pétrole et sur le charbon, M. Douvillé déterminait comme triasiques des fossiles recueillis dans des schistes du nord de la colonie, immédiatement sous-jacentes aux grès d'Andavakoëra. Dès lors, il devenait important d'établir la concordance de ces formations en les reliant par des observations faites sur le permo-trias sur toute sa ligne du contact avec l'archéen.

C'est à cet essai de généralisation, envisagé au point de vue minier que j'ai consacré le présent chapitre. J'y ai résumé mes observations personnelles en les appuyant sur les récents travaux de M. Perrier de la Bathie, que sa modestie et aussi ses multiples occupations de botaniste de zoologiste et de paléontologue empêchent malheureusement de publier autrement que sous la forme de simples notes, ses remarquables travaux de géologie pure et appliquée.

LE CHARBON A MADAGASCAR

Premiers travaux du capitaine Colcanap. — La découverte de la houille à Madagascar est un bon exemple de ce que peut produire la collaboration à distance d'hommes énergiques et patients opérant dans une colonie lointaine, guidés par des géologues éminents qui suivent leurs travaux et modifient leurs instructions au fur et à mesure des progrès accomplis. Si, en effet, le regretté capitaine Colcanap a réussi à prouver l'existence de véritable houille à Madagascar, c'est non seulement à sa persévérance et à ses qualités de géologue qu'il le doit, mais aussi aux conseils éclairés qui lui sont venus de France et en particulier du Muséum.

Cette constatation ne diminue en rien le mérite qui restera attaché à son nom. Il rendait d'ailleurs lui-même pleine justice à ceux qui l'avaient guidé dans ses recherches. Voici en effet comment cet officier exposait la marche des travaux qui l'ont conduit à la découverte du charbon.

« En 1906, dit-il, dans son rapport officiel paru dans le *Bulletin économique* de 1908, en arrivant dans le cercle des Mahafaly, j'étais convaincu que la question du charbon était à peu près enterrée. L'insuccès des recherches de M. Vuillaume et la sanction donnée par M. P. Lemoine à l'idée presque certaine du manque de gisements de ce combustible minéral dans l'île, ne semblaient guère laisser d'espoir aux chercheurs. Une étude détaillée, pas à pas, des terrains des pays Mahafaly et une

reconnaissance effectuée ensuite sur la rive droite de l'Onilahy, pour vérifier le plongement nord des formations situées au sud de ce fleuve, m'ont permis d'arriver à des conclusions différentes de celles adoptées jusqu'ici.

Mes travaux ont été basés sur des déterminations, faites au Muséum national d'histoire naturelle, des spécimens de la faune et de la flore des terrains étudiés. L'âge de ces formations a donc pu être précisé avec toute la rigueur scientifique voulue.

Il existe à Madagascar, en bordure ouest de la chaîne cristalline, une série de bande de grès, de schistes et d'argiles qui se prolonge du sud au nord de l'île. La largeur de cette formation est variable : dans l'Isalo, au nord de l'Onilahy, elle s'étend de l'est à l'ouest sur une distance de 100 kilomètres environ ; au sud de ce fleuve, elle vient mourir en pointe dans le pays Mahafaly ; dans le cercle de Maevatanana, elle a 25 kilomètres de large en certains endroits et dans le nord de la province d'Analalava, 30 à 35 kilomètres.

Gautier avait attribué hypothétiquement au trias ces terrains où aucun fossile n'avait encore été découvert, sauf des troncs d'arbres silicifiés, insuffisants pour des déterminations précises d'âge. P. Lemoine crut, plus tard, devoir classer ces grès dans le lias. Le premier avait en partie raison, car les grès grossiers et sans consistance du sommet de la formation appartiennent vraisemblablement au trias.

La découverte que j'ai faite, dans les grès de la Sakamena qui font partie de la même formation, d'une façon de petits reptiles et de plantes appartenant à la flore à glossopteris, analogues à celle de Karoo et de la « Gondowana formation », a démontré que les assises subordonnées aux grès grossiers et sans consistance du sommet appartiennent au permien, c'est-à-dire au dernier terme du primaire. M. Boule, professeur de paléontologie du Muséum, a envoyé une note à l'Académie des Sciences, où il a conclu à l'âge permien des grès de la Sakamena, après étude de leur faune et de leur flore.

Mais les assises à reptiles et à glossopteris *ne sont pas les plus basses* de la série de la Sakamena et sont, par suite, d'un âge plus récent que celles qui les supportent. C'est le point important à envisager dans la recherche des gisements houillers. Dans l'Isalo, au nord de l'Onilahy, les dépôts ci-dessus ont une épaisseur beaucoup plus considérable qu'à la Sakamena et offrent, par suite, encore plus de chances de trouvailles heureuses.

Voici ce qu'écrit à ce sujet M. Boule dans une lettre :

« Il y a donc place pour d'autres termes du primaire entre ces couches (permiennes) et la bordure cristalline. Et vous avez parfaitement compris l'importance de ce fait au point de vue du problème de la houille mal-

gache... Je considère que votre découverte est une des plus importantes qu'on ait faites à Madagascar. »

« On peut se demander maintenant pourquoi les géologues qui se sont déjà occupés de ces terrains à Madagascar n'y ont pas signalé les mêmes formations et les mêmes fossiles qu'à la Sakamena ? La raison en est simple. A la Sakamena, les terrains ont été fortement disloqués et les couches redressées un peu dans toutes les directions, ce qui a amené au jour des assises assez profondes. Ailleurs, à Madagascar, les grès grossiers et sans consistance du sommet de la formation sont seuls visibles, au moins à ma connaissance. Je ferai cependant une exception pour le cirque de Bejofo, province d'Analalava, où des grès semblables à ceux de la Sakamena sont visibles, mais ils n'ont pas été visités par des géologues. P. Lemoine, qui a étudié la région, ne s'est pas rendu en ce point ».

« Il est également bon de faire ressortir que les recherches de charbon à Madagascar avaient toujours porté jusqu'ici sur des terrains de l'âge secondaire : lias dans la baie d'Ambavatobé (grande terre), par exemple.

« Dans les pays qui ont fait partie autrefois du grand continent de Gondowana ou continent austral, les gisements de houille se trouvent dans le permien ou les assises subordonnées. C'est ce qui se passe en Australie, aux Indes et dans l'Afrique du sud ou orientale. »

« Madagascar faisait partie de ce continent à l'époque où s'y formaient les dépôts de charbon et se trouvait dans des conditions identiques de climat et de flore. Il est donc possible que des dépôts de combustibles minéraux s'y soient accumulés en des lieux privilégiés, tels que les grands lacs qui occupaient la place des dépôts triasiques actuels. »

« Les grès de l'Isalo et de la Sakamena, qui occupent une superficie énorme, méritent particulièrement d'attirer l'attention à ce point de vue. »

« En résumé, la houille, si elle existe à Madagascar, sera trouvée dans les assises de base de la grande bande de grès triasiques de Gautier, qui s'étend du nord au sud de l'île à peu près sans discontinuité. »

« C'est donc de ce côté qu'il conviendra désormais d'orienter les recherches. Des études géologiques détaillées n'en resteront pas moins nécessaires pour déterminer préalablement le bassin de dépôt où les recherches pourraient être effectuées. Ensuite seulement on se rendra compte s'il est utile de faire des sondages dans ce bassin. »

Travaux de la Colonie. — Cette première étude du capitaine Colcanap devait porter ses fruits; mais, à ce moment, une question se posait : ces travaux et études d'ordre général faits par un officier, fonctionnaire officiellement chargé de ces reconnaissances géologiques, devaient-ils

profiter à la colonie ou aux exploitants et, dans ce dernier cas, à quels exploitants ? Déjà des déclarations de bornages pour mines communes sur les terrains visés par le capitaine Colcanap avaient été régulièrement présentées. L'administration les annula ; il ne fut donné aucune suite à ces demandes, toute délivrance de permis de recherches dans la région furt suspendue, et la colonie seule se chargea des travaux de prospection et de reconnaissance, dans le but, une fois l'existence de la houille

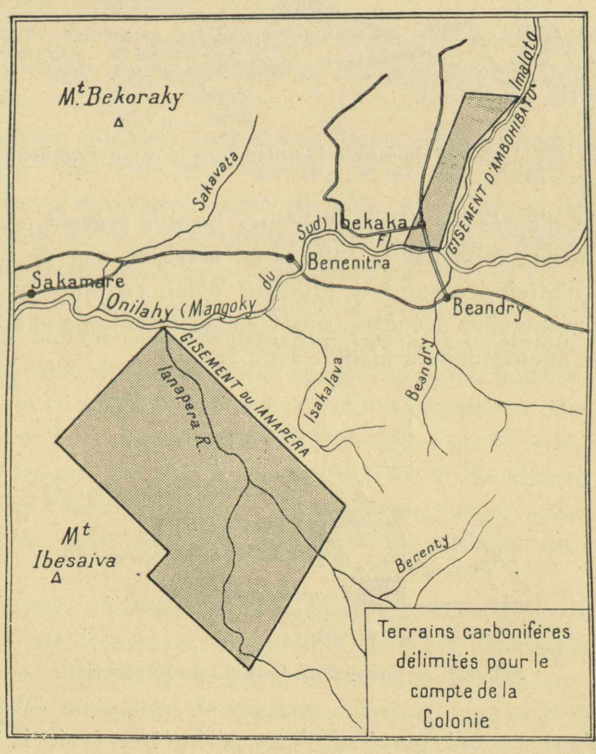


Fig. 120.

en quantité « payante » démontrée, de mettre le ou les gîtes par elle reconnus en adjudication publique, moyennant quoi, elle recevrait du plus fort enchérisseur, une redevance par tonne dans des conditions fixées par un cahier des charges.

Cette décision a été vivement combattue par tous les exploitants depuis qu'elle a été prise, et les deux Congrès qui se sont réunis en 1911, dans lesquels cette question d'un monopole d'État pour la recherche des mines a été traitée, ont voté à ce sujet des vœux significatifs.

Voici la rédaction du Congrès minier de Tananarive (février 1911) : « Que la colonie s'abstienne de prospecter et de borner des terrains pour son compte. »

Celle du Congrès de l'Afrique orientale réuni à Paris en octobre 1911 : « Que la colonie, en dehors des prospections d'ordre purement scientifique et d'intérêt général dont les résultats devraient être publiés au *Journal officiel*, s'abstienne de prospecter ou de borner pour son propre compte. »

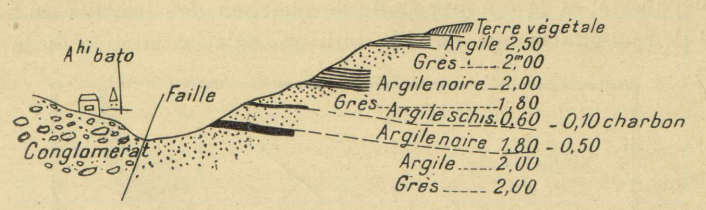


Fig. 121. — Coupe du terrain houiller dans le ravin d'Ambohibato.

Il semble, d'après les résultats obtenus jusqu'à présent, que les résultats des travaux faits par la colonie ne seraient pas de nature à lui permettre d'atteindre son but primitif. Voici, en effet, quel est l'état actuel des recherches exécutées aux frais de la colonie et sous la direction de ses agents depuis bientôt deux ans.

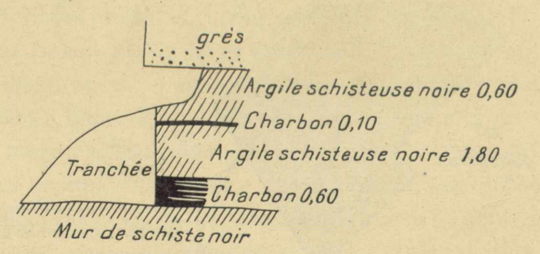


Fig. 122. — Coupe dans le ravin de Maroharivo.

Les recherches ont porté sur deux périmètres (voir la carte de la figure 120), dits respectivement d'Ambohibato et de Ianapera. En voici le résumé :

1° Dans le ravin d'Ambohibato, au-dessus du conglomérat de base, on trouve un grès quartzeux à ciment feldspathique, dans la masse duquel on observe de petites poches remplies d'un charbon noir et brillant, ainsi que des nodules de pyrite de fer, qui se transforment à l'air en sulfate blanc pulvérulent. Ce banc de grès supporte une couche d'argile noire de 0m,80 renfermant un filonet de 3 à 4 centimètres d'épaisseur d'un charbon noir terne et pulvérulent. Un nouveau banc de grès de 2 mètres environ surmonte ces argiles noires. Ce premier faisceau en supporte un deuxième qui comprend 0m,60 d'argiles schisteuses verdâtres que recouvre un banc de grès de 3 mètres d'épaisseur au moins. Au-

dessus vient un troisième faisceau renfermant deux couches de charbon. Il présente la coupe suivante de la base au sommet (*fig.* 121) :

0m,60 d'argile noire avec nombreuses empreintes de fusain ;

0m,60 de charbon très feuilleté, avec empreintes de fusain entre les strates ;

0m,20 d'argile noire avec nombreuses empreintes de fusain ;

0m,20 de charbon feuilleté ;

2m,50 à 3 mètres de grès.

Le quatrième faisceau est formé par 2m,50 d'argiles schisteuses verdâtres avec argiles noires au milieu de la masse et 2 à 3 mètres de grès formant toit.

Le cinquième faisceau contient un filonet de 3 à 4 centimètres d'un charbon noir, très dur, avec toit de grès et mur d'argile noire. Audessus de cette dernière couche de grès, les alluvions récentes empêchent toutes autres observations dans le ravin d'Ambohibato. Les explorations faites dans les autres ravins au nord et au sud ont permis de constater que les formations de grès et de schistes qui surmontent les couches visibles du ravin d'Ambohibato étaient stériles.

2° Dans le ravin de Befamatohy, la succession des couches de grès et de schistes est la même que dans le ravin d'Ambohibato. Mais il n'a pas été possible de faire des observations complètes sur le faisceau renfermant le charbon. Une couche de charbon de 0m,20 environ, avec toit et mur d'argile noire, comme à Ambohibato, s'observe bien, sous un banc de grès, mais la partie inférieure du faisceau est noyée sous l'eau.

Dans le ravin de Maroharivo, le capitaine Colcanap a pu constater l'existence d'une couche de combustible de 0m,10 d'épaisseur, avec mur d'argile noire et toit de grès. Dans le ravin de l'Ibéandro, il n'a plus trouvé que des plaquettes de charbon charriées dans le lit de l'Ankazomanga.

Malgré ces diverses découvertes, le capitaine Colnacap ne paraissait pas avoir été pleinement satisfait des résultats de ses recherches et cela, pour les deux raisons suivantes :

1° Il aurait fallu pouvoir retrouver la suite du bassin de Bénénitra dans la dépression marine située à l'ouest de cette région ;

2° L'absence de fossiles caractéristiques ne lui avait pas permis de fixer nettement l'âge des formations houillères du bassin précité. (Depuis cette époque M. le professeur Boule a reconnu, dans des fossiles que lui avait envoyés le capitaine Colcanap, des ossements d'un Labyrinthodonte du permien, voisin de l'Achinodon du bassin d'Autun.)

Les travaux du capitaine Colnacap ont été complétés par les explorations du lieutenant Dauche, qui a découvert de nouveaux gisements car-

bonifères, toujours dans la région de Bénénitra et aussi dans celle Bétioky.

Campagne de 1910-1911. — Le service des Mines de la colonie a fait procéder, d'avril à fin décembre 1910, à des travaux de recherches dans la région de Bénénitra et de Ianapera par M. le contrôleur des mines : Évesque. Certains de ces travaux ont donné des résultats qui permettent d'espérer que l'on trouvera dans le bassin permo-triasique des gisements exploitables de charbon.

Les couches mises à jour ont atteint sur certains points, à Yanapara, une épaisseur de 2^{m},50 de charbon contenant de 18 à 20 0/0 de cendres, mais qui pourrait, peut-être, s'améliorer en profondeur, car les travaux exécutés ne se sont guère éloignés des affleurements.

Les croquis de la figure 123 donnent les coupes des travaux de M. Évesque, qui ont été effectués dans le cours des années 1910 et 1911.

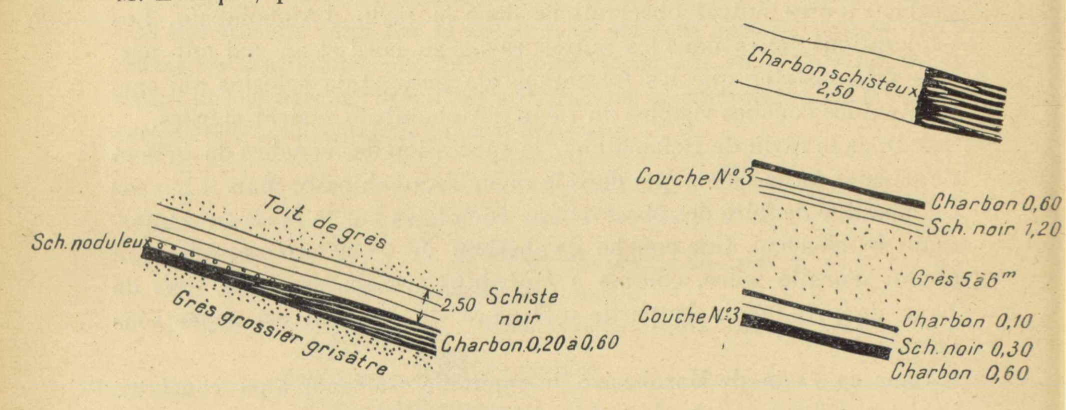


Fig. 123. — Prospection de M. Évesque à Ianapera.

Les gisements de charbon de Bénénitra et de Ianapera ne sont pas éloignés de l'Onilahy (ou Mangoky du sud) ainsi que le montre la carte de cette région (*fig.* 120); or l'Onilahy est navigable une partie de l'année pour les chalands ordinaires; par suite le transport de ces combustibles du lieu de production à la mer pourrait, au moins dans les débuts de l'exploitation, emprunter cette voie peu coûteuse.

On voit, somme toute, que les recherches se bornent à de simples fouilles superficielles sur des affleurements très brouillés, où la houille est fortement mélangée de schistes, passant même parfois à des bancs schisteux.

Pour étudier sérieusement un bassin houiller pouvant éventuellement exister au-dessous du trias de Madagascar, il faut des travaux plus importants et plus certains que de simples débridages aux affleurements.

L'erreur a été de croire qu'on pouvait mettre aussi facilement en évi-

dence du charbon que des alluvions ou des filons de quartz aurifères. Ce n'est nullement le même problème.

En définitive on ne connaît du permien houiller que des affleurements situés au sein de formations indiquant un régime d'eaux torrentielles : conglomérats, grès grossiers, peu favorables à la formation du charbon. Comme je l'établis plus loin dans l'étude détaillée du trias à laquelle je me suis livré, l'ensemble des terrains sédimentaires de Madagascar présente deux caractères très nets :

1° Concordance de stratification des terrains successifs depuis et y compris le permien jusqu'au crétacé inclusivement;

2° Faibles mouvements ou plissements orogéniques. L'ensemble de ces terrains a été simplement basculé faiblement par l'affaissement du canal du Mozambique, de sorte que tous ces étages géologiques, envisagés dans leurs grandes lignes, ont un pendage régulier et assez faible vers l'ouest.

Ajoutons aussi que la nature des grès, comparés à la composition des roches archéennes indique clairement qu'ils dérivent de leur destruction immédiate, l'absence de micaschistes, par exemple, dans la région du Bongo-Lava, correspondant dans le Betsiriry à des grès privé de mica ; les gneiss amphiboliques des environs de Maevatanana donnent des grès à taches blanches de feldspaths complètement kaolinisés, etc.

Il en est résulté, pour le permien aussi bien que pour le trias, que les dépôts littoraux se sont effectués sous un régime torrentiel, dont les témoins : conglomérats et grès grossier à dragées de quartz roulé, sont aisément retrouvés. Les coupes des chantiers pour la recherche du charbon : conglomérat au ruisseau d'Ambohibaky (*fig.* 121), grès grossier dans le ravin d'Ianapera, en sont des témoins indiscutables. On ne peut espérer trouver, dans des conditions de dépôts littoraux aussi troublées, que des couches cendreuses et discontinues.

Recherches par sondages profonds. — Comme conséquence de cette constatation, on peut dire que les recherches du charbon permien à Madagascar doivent se faire par *sondages profonds à travers le trias* et non par des grattages aux affleurements.

Peut-on aller plus loin et déterminer d'une façon plus précise : 1° la profondeur à laquelle on atteindra le permien, et 2° quelle est la position probable du centre du bassin ?

On peut, je crois, répondre d'une manière assez satisfaisante à cette double question.

A. **Profondeur du sondage.** — Il s'agit naturellement d'un sondage partant du trias, au pied de la falaise jurassique, car étant donnée la pente uniforme des couches vers l'ouest, plus on s'éloigne des affleure-

ments, plus la profondeur augmente. Il serait irrationnel aussi de sonder à travers le jurassique, puisqu'on aurait à traverser, en sus du trias, des couches stériles du lias et de l'infra-lias.

On verra plus loin qu'on peut assigner au trias une épaisseur de 500 à 600 mètres. Ce serait donc au maximum sur ce chiffre qu'il faudrait compter pour qu'un sondage partant de la surface du trias vienne recouper le permien en profondeur.

B. **Position probable du centre du bassin.** — En se basant sur l'examen des affleurements, M. Perrier de la Bathie, au cours d'un voyage récent, a fixé comme suit l'épaisseur variable des affleurements du permien dans la région où les travaux de recherches pour charbon ont été exécutés. Il a constaté :

A Bénénitra	80 mètres.
Entre Ranohira et le Mangoky	250 —
A Ankavandra, au maximum	60 —

Au delà d'Ankavandra, en remontant vers le cap Saint-André, la puissance diminue beaucoup et finit par disparaître. Dans la vallée du Ranobé, l'archéen apparaît à travers le manteau très aminci du trias, sans trace de permien. Il semble démontré que le cap archéen, annoncé tout d'abord par Gautier et dont on trouvera plus loin, dans mon étude du trias, une carte géologique détaillée, existait déjà à l'époque permienne et que les couches de cet âge ne dépassent pas cet obstacle : elles le tournent peut-être en dehors du continent malgache ; mais, pratiquement parlant, il paraît certain que le permien terrestre de Madagascar est séparé en deux parties distinctes.

D'Ambatomainty à Maevatanana, les couches inférieures voisines du cristallin sont à éléments très grossiers, les schistes argileux manquent tout à fait. Ce sont là des indications contraires à la possibilité de l'existence de couches de combustible utilisables industriellement.

Ces mêmes caractères prévalent jusque dans la province d'Analalava où, grâce au relèvement du terrain causé par les éruptions de syénites du Bejofo, les couches permiennes viennent affleurer au jour. Il serait tout indiqué de profiter de l'anticlinal d'Ankaramy, dont on trouvera plus loin une description à propos du sondage qui a été effectué et qui y a été arrêté par une venue de naphte épais, pour tenter une recherche pour charbon permien dans cette région du nord, si bien placée au point de vue des transports, vu sa proximité immédiate de la mer et de bons mouillages.

On retrouve encore les argiles et schistes argileux du permien le long du synclinal permo-triasique Sambirano-Loky, que j'ai étudié dans le

chapitre consacré aux gisements d'or du nord de la colonie. On ne paraît pas y avoir reconnu jusqu'ici d'affleurements charbonneux et pour ma part, je n'en ai trouvé aucun, bien que j'aie parcouru à petites journées tout le contact du trias avec l'archéen.

Il résulte de ces données que les positions les plus favorables pour l'exécution de sondages profonds en vue de la reconnaissance des couches de charbon du permien de Madagascar sont logiquement parlant, celles qui correspondent aux affleurements les plus puissants de ce terrain.

C'est donc, pour le bassin du sud, à l'ouest de la région comprise entre Ranohira et le Mangoky, au pied de la falaise jurassique, en plein territoire de grès triasiques que devrait être placé le sondage. Selon toute probabilité, le permien serait rencontré avant 500 mètres de profondeur. Le travail devait être conduit jusqu'à l'archéen, c'est-à-dire environ 250 mètres plus bas. Au total, c'est un sondage de 750 mètres de profondeur maxima à envisager.

Pour Ankaramy, en profitant de l'anticlinal de même nom, déjà arasé d'au moins 250 mètres aux dépens de grès des étages supérieurs du trias, on obtiendrait le même résultat, c'est-à-dire qu'on devrait avoir traversé tout le permien avec un sondage de 5 à 600 mètres.

Ce sont là des profondeurs plutôt modérées quand on les compare à celles où on va chercher la houille dans la Lorraine ou dans le Luxembourg et la Campine ; mais les facilités y sont autrement grandes aussi que dans une colonie encore privée de voies de communications comme l'est Madagascar.

En tout cas, il ne me paraît guère probable que la colonie puisse entreprendre de tels travaux. Elle ne dispose ni du personnel, ni du matériel nécessaire pour une pareille entreprise et, tout esprit de critique mis à part, elle a un emploi plus naturel, beaucoup plus certain et beaucoup plus urgent à faire de ses disponibilités que de les affecter aux travaux si risqués de prospection minière. C'est affaire aux capitaux privés et à l'initiative individuelle d'entreprendre des opérations de ce genre.

Les premiers essais chimiques sur le charbon de Madagascar ont été effectués au bureau d'essais de l'école des Mines de Paris par MM. Chesneau et Teiller.

Le bloc envoyé, de $0^{m},30$ environ d'épaisseur, était composé de strates se clivant très faiblement suivant ses plans parallèles au plan de la couche. On y distinguait des strates brillantes et assez dures ayant l'aspect d'une houille proprement dite et des feuillets ternes, friables à aspect de lignite ou de fusain, suivant lesquels la couche se fendait très facilement au couteau.

L'analyse a été faite sur un fragment de strate, de 7 à 8 centimètres

d'épaisseur, de 1 kilogramme environ choisi dans la partie correspondant le plus, comme aspect, au charbon ordinaire ; ce fragment a été complètement broyé pour obtenir l'échantillon à analyser.

Voici les résultats obtenus :

Eau à 100-110°	7,58
Cendres	17,74
Matières volatiles	31,42
Carbone fixe	43,20
Total	100

Pouvoir calorifique (obus Mahler) sur échantillon desséché à 100-110	6.387	calories
Soufre pour 100	1,78	

La proportion très importante de cendres et la teneur élevée en soufre en font un combustible industriel très médiocre. Le pouvoir calorifique est les trois quarts environ de celui d'un bon charbon. Les cendres sont très ferrugineuses et assez agglomérées : la combustion du charbon en morceaux laisse un squelette de cendres consistantes conservant la forme des morceaux de charbon.

Le charbon était visiblement formé de deux sortes très différentes de combustibles, l'un brillant, l'autre terne. Essayés séparément au point de vue des cendres, le brillant à donné 11,46 0/0 et le fusain 22,60 0/0. Ces chiffres, comparés à celui de l'échantillon moyen (17,74), indiquent que les deux qualités de charbon entrent à peu près en quantités égales dans la masse. Pulvérisée et chauffée à l'abri de l'air, la partie brillante donne un résidu de coke assez aggloméré; le fusain, un résidu pulvérulent.

En ce qui concernait l'âge de ce dépôt, M. Zeiller s'exprimait ainsi :

« Les échantillons ne contenaient aucune trace d'empreintes végétales. Ce charbon très fossile et consistant plutôt en un schiste charbonneux qu'en charbon proprement dit, je l'ai fendu et refendu sans parvenir à découvrir aucune empreinte déterminable. Ces lits offrent par contre une quantité considérable de fragments de « fusain » appartenant tous à des bois de gymnospermes et couvrant parfois toute la surface du lit.

« L'absence de bois d'angiospermes donne à penser qu'il s'agit là d'un charbon relativement ancien, et la façon dont il se comporte sous l'attaque des réactifs oxydants (acide nitrique et chlorate de potasse) rappelle beaucoup plutôt ce qu'on observe avec les charbons paléozoïques qu'avec les charbons d'âge secondaire ou tertiaire. »

M. Zeiller concluait à ce que des recherches de fossiles fussent faites non seulement sous la couche de charbon, mais dans les strates voisines. Son excellent conseil a été suivi depuis et a permis de reporter sans con-

testation possible cette houille dans le permien, dernier terme des terrains primaires.

ANALYSES FAITES AU LABORATOIRE DU SERVICE DES MINES A TANANARIVE

ÉCHANTILLONS PROVENANT DU CONFLUENT DE L'IFANGORANO ET DE L'YANAPÉRA

	0/0	0/0
Eau hygrométrique	8,4	8,6
Matières volatiles	34,4	33,79
Cendres	14,4	13,03
Carbone fixe	42,8	44,57
Pouvoir calorifique (P) (en calories)	4741	4721
Carbone équivalent à P	64,05	63,90
Carbone équivalent aux mat. vol.	21,25	19,33

Observations. — Substance charbonneuse d'un noir luisant à éclat résineux et brillant, brûlant avec une flamme moyenne fuligineuse et variant du rouge au jaune clair; fumée et odeur bitumineuse, laissant en vase clos une moyenne de 50 0/0 d'un coke fritté et peu boursouflé ayant un pouvoir calorifique de 5.945 calories.

Cendres : argileuses avec traces de fer.

Nota. — Cet échantillon a été pris aux affleurements.

Autres échantillons de la même provenance.

	0/0	0/0
Eau hygrométrique	20,9	37,60
Matières volatiles	29,04	28,10
Cendres	22,40	11,90
Carbone fixe	27,66	22,20
Pouvoir calorifique (P) (en calories)	2752	2279
Carbone équivalent à P	34,05	28,21
Carbone équivalent aux mat. vol.	6,39	6,01
Soufre	0,82	0,37

Nature du coke : fritté.

LE TRIAS DE MADAGASCAR

Aspect général. — Le voyageur qui arrive du plateau archéen de l'Imerina par la route de Bétafo à Miandrivazo jouit, avant de descendre dans la plaine marécageuse et basse du Betsiriry, d'un coup d'œil inoubliable. A ses pieds les méandres, les eaux tranquilles des rivières, entrecoupées de lacs et de marécages avec la luxuriante végétation tropicale contrastent avec les plateaux dénudés granitiques qu'il vient de traverser. Portant ses yeux vers l'horizon, il aperçoit la muraille continue du Bemahara, vaste formation horizontale de calcaires jurassiques qui forme, entre la mer et le plateau, central un immense ressaut un vaste « causse » longitudinal. Seules quelques échancrures révèlent la position des étroits « cañons » par lesquelles les rivières du Betsiriry, après avoir cherché longuement, au fil de leur courant, un passage vers l'ouest, finissent par le trouver et dès lors, changeant brusquement leur direction, s'écoulent vers la mer par des cluses à pic.

Ce phénomène se répète sur d'immenses longueurs et donne à toute cette région de l'ouest de Madagascar une impression d'uniformité remarquable. On sent que ces caractères constants ont comme cause profonde et initiale, une unité géologique, que je vais tâcher d'esquisser rapidement.

Constitution géologique. — Établissons tout d'abord la coupe générale est-ouest entre le plateau central de Madagascar et la côte (*fig.* 124). On y retrouve les deux ressauts signalés plus haut et, entre ces deux falaises, la plaine basse gréseuse et marécageuse qui porte le nom caractéristique de Betsiriry (*Bé :* beaucoup de ; *Tsiriry :* sorte de sarcelle qui y vit en bandes innombrables). C'est aussi l'habitat favori des Sakalaves, race essentiellement pastorale, ennemis séculaires des Hovas, actuellement pacifiée d'une façon complète, mais indifférente au progrès et à la nécessité de travailler qu'il entraîne.

Ces deux ressauts sont deux contacts géologiques : celui de l'est, entre trias et archéen, est anormal et discordant, l'autre entre jurassique et grès triasiques est au contraire concordant. Tous deux sont visibles sur un grand nombre de points et faciles par conséquent à étudier.

La bordure archéenne, qu'on désigne sous le nom de Bongo Lava, constitue une importante ligne de fracture qui intéresse la presque totalité de l'ouest de Madagascar. Elle ne le cède en rien, comme amplitude orogénique, à la cassure si remarquablement rectiligne qui constitue la côte est de la colonie et qui est une des caractéristiques de la forme de l'île. La seule différence tient à ce que la fracture ouest, au lieu d'être rectiligne, est au contraire sinueuse, comme l'indique la carte du trias de Madagascar (*fig.* 126), sur laquelle j'ai reproduit l'état actuel de nos connaissances sur cet important étage des terrains secondaires de la colonie. On constate, en y jetant les yeux, que la bordure archéenne dirigée à peu près nord-sud depuis Bénénitra jusqu'à Béravina, tourne brusquement à l'est, laissant à sa gauche le grand affleurement archéen du Boéni, signalé pour la première fois par M. Gautier, pour s'infléchir ensuite par une courbe régulière passant par Maevatanana, le cours de la Loza, Maromandia, Ankaramy, la vallée du Sambirano et aboutit enfin à la côte est, à l'embouchure de la Loky.

Mes levés personnels dans le Betsiriry et dans une partie du Boéni et de l'Ambongo; ceux de M. Lloyd dans la haute vallée de l'Andranomana; de M. Driez dans les vallées du Ranobé et de la Mitsotaka et les travaux récents de feu le capitaine Colcanap et de

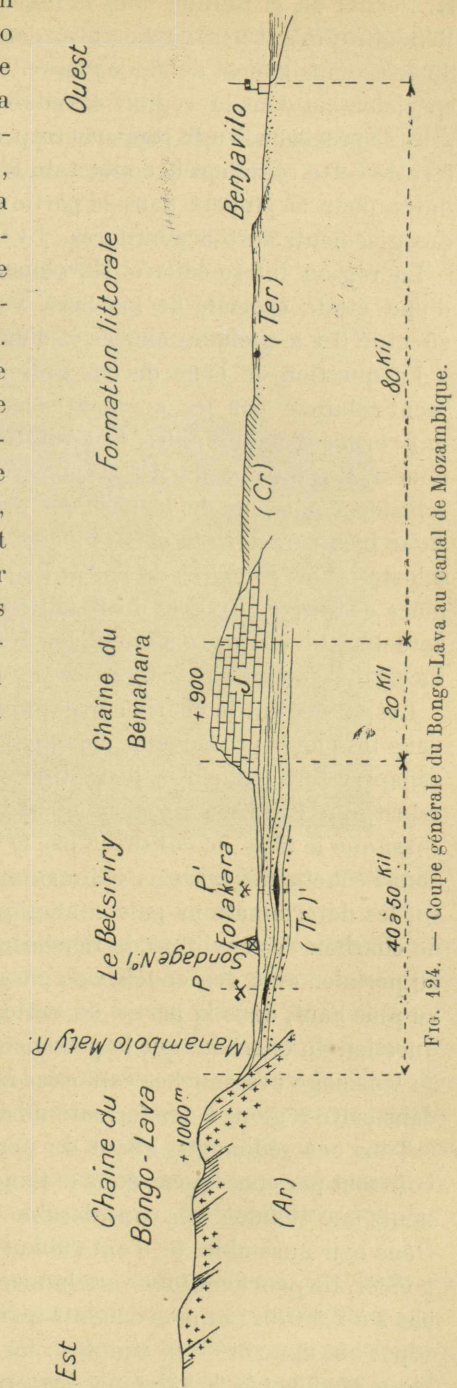


Fig. 124. — Coupe générale du Bongo-Lava au canal de Mozambique.

M. Perrier de la Bathie, dans la région comprise entre Maevatanana et Bénénitra, m'ont permis d'établir, dans leurs grandes lignes, les limites du trias dans l'ouest de Madagascar. Dans le nord de la colonie et plus spécialement dans la région d'Andavakoëra, mes levés personnels ont plus de précision, vu le rapport étroit qui existe entre la formation aurifère de cette région et le contact du trias avec l'archéen. Je les ai reproduits pour la plupart dans la partie du chapitre 1 consacrée à l'étude des gisements auro-argentifères. J'y renvoie le lecteur.

La région intermédiaire Maromandia-Ankaramy a fait aussi l'objet d'une étude spéciale de ma part, vu l'intéressant sondage qui y a été effectué il y a quelques années et dont il sera parlé en détail plus loin.

La question de l'âge de ces grès du Betsiriry s'est trouvée grandement éclaircie par les comparaisons stratigraphiques que mes études ont permis d'établir entre la formation au nord et celle du sud et de l'ouest. Les travaux de MM. Douvillé et Zeiller ayant reconnu dans les schistes à poissons de la base des grès d'Andavakoëra une faune triasique bien caractérisée et ces mêmes grès se trouvant couronnés par les schistes et les calcaires de l'infra-Lias, il a été possible d'assigner une place définitive aux grès du Betsiriry qui, en l'absence de tout fossile caractéristique trouvé d'une façon authentique dans leur sein, restaient incertains comme âge géologique.

Les études sur le charbon à Madagascar que j'ai brièvement résumées dans les pages précédentes, auxquelles le nom de feu le capitaine Colcanap restera attaché à juste titre, et celles conçues dans le même esprit, que continue en ce moment M. Perrier de la Bathie, ont établi aussi que le trias ne constitue pas le terme le plus ancien de la colonie dans l'échelle des terrains sédimentaires. On sait à présent, en se basant sur les déterminations paléontologiques de M. Zeiller, que les couches de charbon des environs de Bénénitra, à l'est de Tuléar, appartiennent au permien ou à des couches de passage permo-triasiques. Nous avons vu plus haut, dans la partie de cette étude consacrée à l'examen de la question du charbon, que la présence de conglomérats à gros éléments au voisinage des couches explorées montre qu'on a affaire, tout au moins dans cette région, à des formations de rivage.

Tous ces sédiments, allant du permo-triasique au jurassique inclus, couvrant par conséquent dans le temps et dans la formation des continents une étendue très considérable, sont en stratification concordante. Dans leur ensemble, ils n'ont subi ni déplacements ni plissements prononcés. Ils penchent tous vers la mer et leur pente moyenne ne dépasse pas 2 à 2,5 0/0. Les mouvements qu'ils ont subis postérieurement à leur dépôt ont donc été très simples : un affaissement du canal de Mozambique amenant le décollement des terrains stratifiés déposés sur l'archéen

facilitant ainsi leur désagrégation par les agents atmosphériques en même temps que l'ensemble des dépôts prenait la légère inclinaison générale vers la mer que j'ai signalée plus haut.

Ces phénomènes de destruction par les eaux ont été singulièrement facilités et amplifiés par la nature des strates superposées. A la base, les

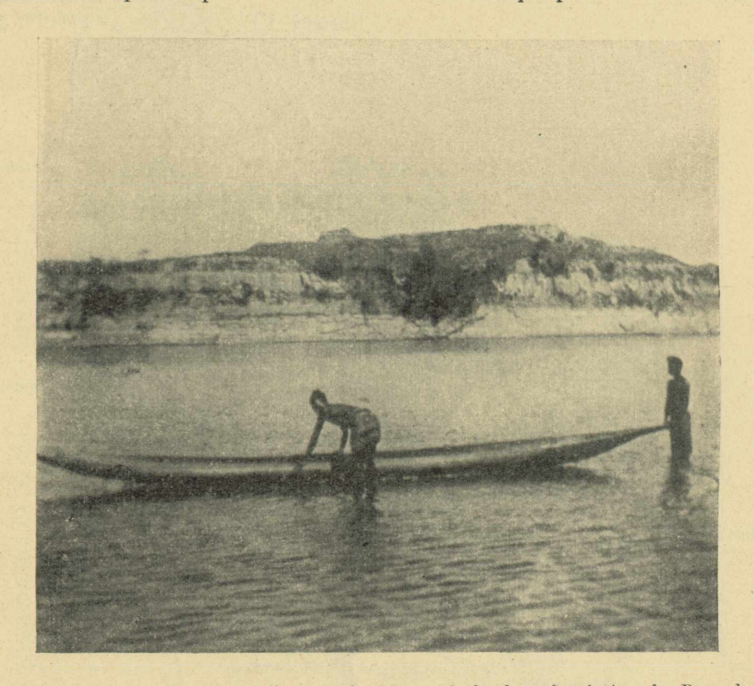


Fig. 125. — Couche liasique à l'entrée du Manambolo dans la chaîne du Bemahara.

grès triasiques pyriteux et naphtifères, se prêtant par conséquent à de nombreuses réactions chimiques d'oxydation qui les transformaient en sables sans consistance ; au-dessus des tables de calcaire laissant passer facilement les eaux météoriques, tant par les diaclases que par les bétoires et évents qui pullulent encore sur les causses actuels. Dans ces conditions, les phénomènes d'affouillement par la base devaient immanquablement se produire, d'abord au contact du jurassique avec l'archéen où les premières fissures se sont produites, puis successivement, en gagnant vers l'ouest, au fur et à mesure que la circulation des eaux sapait par le pied la falaise du Bemahara.

Aussi ne voit-on nulle part le jurassique s'appuyer sur l'archéen du plateau central. Il en est constamment séparé par un couloir bas, gréseux, marécageux où les rivières retenues par le barrage jurassique du Bemahara coulent parallèlement à la mer jusqu'à la rencontre de la cluse libératrice.

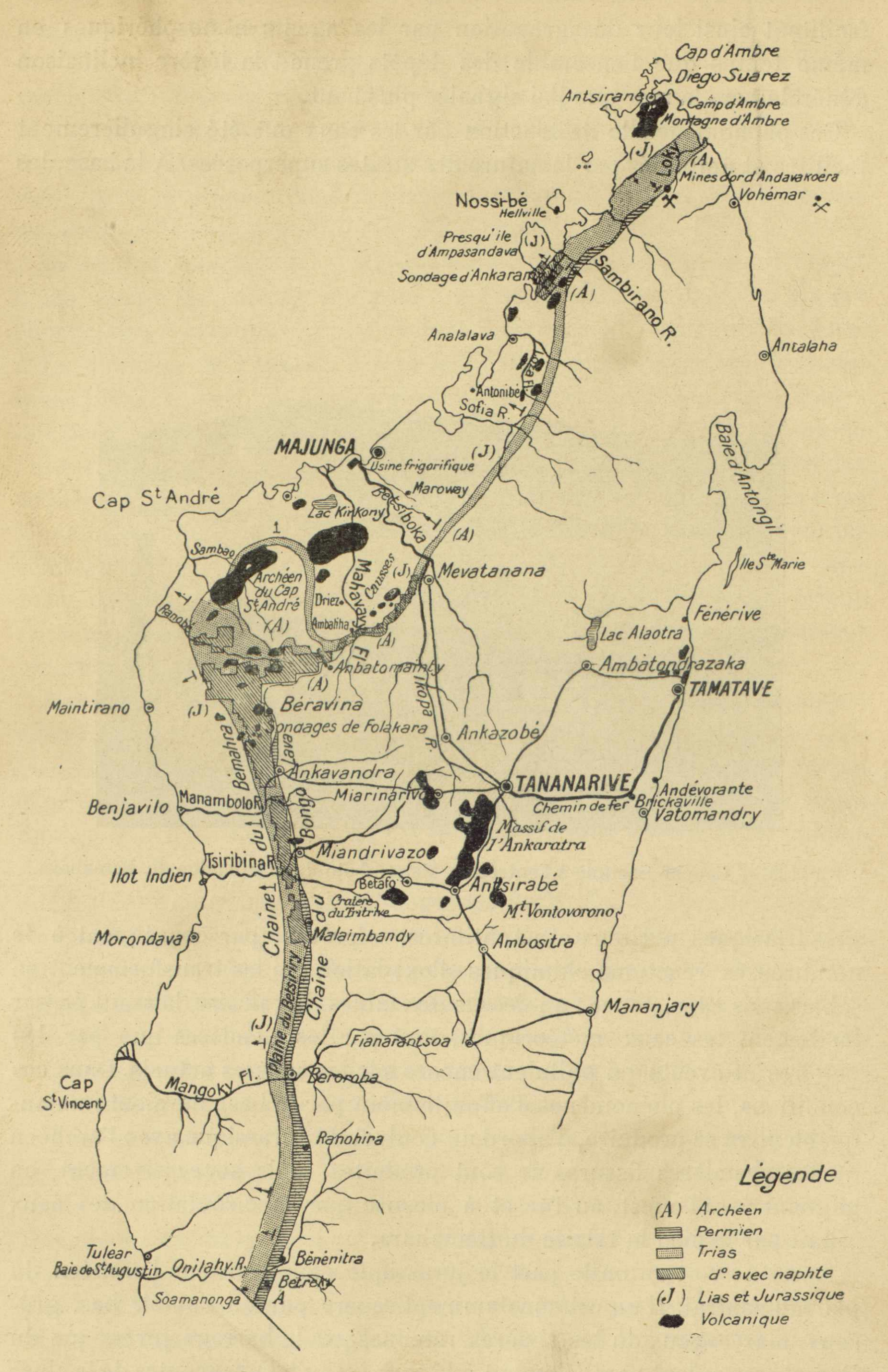


Fig. 126. — Carte du trias à Madagascar.

Une autre conséquence de cette période de dénudation et d'affouillement, c'est que les grès tendres de Betsiriry ont été entraînés par les eaux beaucoup plus rapidement que les roches cristallines archéennes généralement dures et résistantes : aussi tous les cours d'eau descendant du



Fig. 126 *bis*. — Traversée en « mourlangue » du grand Cañon Jurassique de Manambolo.

plateau central pour se jeter dans le canal de Mozambique marquent-ils leur arrivée dans les plaines triasiques par des chutes qui mesurent, en hauteur, le retard de l'érosion de l'archéen sur celle des terrains sédimentaires.

C'est là une circonstance très heureuse au point de vue agricole, car il est facile, à très peu de frais, de dériver les eaux en amont de ces chutes et rapides, qui se trouvent juste à l'entrée des plaines basses et fertiles, et d'irriguer ces terrains en vue de la culture du riz. Il y a là une situation exceptionnelle et privilégiée que M. Perrier de la Bathie a très bien fait ressortir dans une publication récente.

« De Malaimbandy au confluent de la Sakeny et du Manambolo, les alluvions riveraines de la Sakeny s'élargissent beaucoup. Jusqu'à ce point elles sont encore un peu irriguées et cultivées, mais, au delà du Manambolo jusqu'au nord du Miandrivazo, alors que la largeur de la vallée est occupée presque entièrement par les alluvions de la Sakeny, du Manambolo, de la Mania, du Mahajilo et de la Manandazo, la population devient

clairsemée, il n'y a plus d'irrigations et des cultures manquent presque absolument.

« La raison de l'abandon presque complet de cette région, certainement la partie la plus riche de toute la vallée permo-triasique, est purement politique. Les Sakalaves, dont le contact épouvante encore actuellement les races du centre, ont été les maîtres incontestés des environs de Miandrivazo jusqu'à notre occupation. Quoi qu'il en soit, *il y a là plus de* 25.000 *hectares de terres fertiles* actuellement incultes et couvertes de bararata, mais arrosées par cinq grandes rivières, qui forment toutes, à leur sortie du massif cristallin, des chutes et des rapides, et qui s'unissent pour franchir la falaise jurassique en un grand fleuve navigable jusqu'à la mer, le Tsiribinha. Il est difficile de trouver ailleurs, dans l'île, des terres alluvionnaires aussi étendues dont l'irrigation soit plus facile, et dont à une semblable distance de la côte l'exportation des récoltes sont aussi aisée.

« Au delà de la Manandaza jusqu'à Ankavandra, il n'y a aucune plaine de quelque étendue, mais les basses collines qui constituent ce tronçon de la vallée permo-triasique sont séparées entre elles par de longs vallons sinueux à terres fertiles, arrosés par de nombreux ruisseaux coulant au niveau du sol et, par suite, très facilement irrigables. Malheureusement cette région est presque inhabitée.

« D'Ankavandra à Ambatomainty il y a peu de terres cultivables, d'Ambatomainty à la Menavava il n'y a à citer que les alluvions de la Makambo et du Kodosy, d'ailleurs sans grande importance au point de vue économique par suite de leur isolement entre les grands plateaux arides du Tompoketsa, de l'Ikahavo et de l'Ankara.

« Les bords assez fertiles du Menavava sont assez bien cultivés en saison des pluies. Mais l'eau manque pour l'irrigation en saison sèche. Les rives de l'Ikopa seraient plus facilement irrigables. Mais les alluvions ne sont pas très étendues, sauf en aval de Maevatanana où l'on trouve une plaine assez grande, celle de Sakoa-Bé.

« Presque toutes les rivières coulant dans la vallée permo-triasique sont voisines de chapelets d'étangs et de lacs, qui ne sont que d'anciens méandres que ces cours d'eau ont creusés jadis dans les sédiments très meubles du permien, et que des apports alluvionnaires ont isolés ensuite en exhaussant le lit des rivières. La plupart des rives de ces étangs et de ces lacs sont cultivées en rizières en saison sèche. Il est généralement facile de combler ces dépendances et par suite d'augmenter d'autant la surface cultivable en coupant les digues de sable qui les séparent des cours d'eau qui les ont formés, un comblement de ce genre est en train de s'opérer naturellement à Maevatanana, où l'Ikopa, depuis une année, tend à se creuser un passage vers les lacs de Bemarivo, dans lesquels

elle va probablement se jeter tout entière dès la saison des pluies prochaine. »

La largeur totale de la vallée triasique et permo-triasique varie entre 10 et 40 kilomètres; son altitude ne dépasse pas 160 mètres en moyenne. De nombreux pointements de roches éruptives, ayant peu dérangé les assises qu'elles traversent, forment des dykes ou des amas en saillie sur le sol. Ces dykes sont en général alignés dans la direction nord-sud, c'est-à-dire à peu près parallèles à la direction générale de la vallée. Ces roches forment, dans le sud de Bénénitra, un important massif au mont Vohibary. Elles manquent entre Bénénitra et Malaimbandy, elles sont rares entre Malaimbandy et Miandrivazo, plus communes entre Miandrivazo et Ankavandra, excessivement abondantes entre Ankavandra et Ambatomainty, et enfin assez rares d'Ambatomainty à Maevatanana. Les roches de cette espèce, très altérées en surface, sont, par ordre de fréquence : d'abord, et de beaucoup, des basaltes parfois des syénites, très altérées aussi. Les grès et les schistes traversés sont peu dérangés, mais profondément modifiés.

On trouvera des indications plus complètes sur les roches éruptives qui ont affecté les terrains sédimentaires au chapitre spécialement affecté à l'étude de ces épanchements qui sont, pour la plupart, d'origine récente.

Du trias envisagé au point de vue pétrolifère. — *Historique.* — Les indigènes désignent sous le nom de Sakapanja le naphte épais ou bitume qui suinte des grès en de nombreux endroits où il forme des amas de formes et de grandeurs variables. Généralement visqueux à son point d'émission, il se solidifie à l'air ou en se mélangeant à la terre formant ce que les Russes appellent à Bakou et dans les autres centres pétrolifères russes le « guir ». Ces suintements se signalent aussi par des plaques irisées d'hydrocarbures entraînés par les cours d'eau voisins.

Les indigènes connaissaient ces affleurements; ils en tiraient parti de temps immémorial, pour le calfatage de leurs pirogues, emploi pour lequel ce bitume convient d'autant mieux qu'il laisse après cuisson un coaltar très épais, très adhérent aux membrures et platelages sur lesquels on l'applique à chaud.

Dès 1901, M. A. Driez, un des premiers colons français venus dans la colonie, homme entreprenant et hardi, avait reconnu l'existence du bitume dans la région nord du bassin actuellement occupé par ses permis de recherches, dits de la Mitsotaka, mais le pays était encore trop peu pacifié pour permettre l'exécution de travaux miniers dans ces régions de l'ouest.

En 1903, M. Driez retourna sur les lieux avec l'ingénieur anglais Ronaldson. Enfin, en 1906, ces terrains servirent de base pour la constitution, en 1908, du « The Madagascar bitume Syndicate ». Mais déjà, de 1903 à 1906, le pays avait été visité par bon nombre d'étrangers, de sorte que les places furent vite prises.

En 1907, l'Américain Taylor, suivi peu après par MM. Meiklejohn et Dufty (Anglais), Carroll (Australien), Nelson, Hanning (Anglais), Bermand (Suédois) s'installèrent dans le bassin de Betsiriry, notamment aux environs de Folakara. Diverses sociétés se formèrent, notamment celle dite : « The Ankavandra Oil Ltd. » avec du capital transwaalien.

Plusieurs de ces terrains sont aujourd'hui déclarés ou acquis, soit définitivement, soit à option, par la Société « The Madagascar Oil Developpment Company ».

Il a été placé, dès l'émission, une partie du capital en France.

Les propriétés de cette société occupent la partie centrale du bassin, ainsi que l'indique la carte d'ensemble des concessions (voir la carte minière en fin du volume). Les terrains pris par M. Driez se trouvent à l'extrême nord, en partie dans le bassin du Ranobé, sur le cours même de ce fleuve, en partie sur la ligne divisoire des bassins du Ranobé et de la Mitsotaka, marqué par un important synclinal décrit ci-dessous.

En 1911, en outre des terrains pétrolifères pris dans une tout autre région, dans la presqu'île d'Ampasandava, près du village d'Ankaramy, il a été déclaré pour pétrole toute la bande assez étroite de terrain triasique qui s'étend depuis la source du Ranobé jusqu'à Maevatanana.

Enfin en 1912 plus de 80.000 hectares ont été déclarés sur les pétroles d'Antonibé au sud d'Analalava.

La surface actuellement accordée pour recherche de pétrole dépasse 300.000 hectares. Il y aura évidemment un triage à faire dans ces vastes surfaces. Un certain nombre des demandes sont basées sur l'existence dans le périmètre des terrains déclarés de suintements de naphte plus ou moins épais, ce qui était naturel. D'autres, à côté, n'ont été demandés que dans un but spéculatif. La plupart des premiers occupants étaient et sont encore hors d'état de déterminer sur le terrain l'existence et la direction des anticlinaux, opération assez malaisée pour plusieurs raisons. D'abord la nature même du sol superficiel formé par des grès décomposés, transformés en plaines de sable monotones, ayant comme végétation des rôniers plus ou moins attaqués par les feux de brousse et des palmiers nains ; les bancs sont difficiles à suivre et les pendages très voisins de l'horizontale, incertains. Ensuite, les anticlinaux, du moins ceux que j'ai pu déterminer, sont très peu marqués et,

la pente générale du terrain vers l'ouest aidant, comme je l'ai dit plus haut, un anticlinal léger se signale en surface, par l'horizontalité des couches ou par une faible déclivité vers l'est.

Premier sondage à Folakara. — Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que le premier sondage exécuté par la société M. O. D. C. (Madagascar Oil Dévelopement C°) ait été un insuccès. Ce travail a été effectué à



FIG. 127. — Puits indigène de naphte épais (Sakapanja).

environ 2 kilomètres et demi au nord du village de Folakara, sur la rive gauche du Manambolomaty, affluent du Manambolo, ayant son confluent avec ce fleuve à Ankavandra même, centre administratif dont dépend actuellemenl Folakara.

Ce forage, commencé fin 1909, achevé seulement un an après, a été poussé jusqu'à 813 pieds (environ 274 mètres). Il n'a rencontré que des traces d'huile à divers niveaux ; les premiers signes ont apparu vers la profondeur de 150 mètres. Comme terrains, la sonde a traversé des couches bien réglées alternantes, de grès à grain moyen et d'argiles plus ou moins schisteuses.

A l'époque où je me suis rendu sur les lieux, en janvier 1911, les travaux étaient arrêtés depuis trois mois et le personnel licencié.

Il m'a été facile de constater que le choix de l'emplacement était dé-

fectueux. Pas de suintement dans le voisinage; pas d'anticlinal, aucune des conditions essentielles pour le succès ne se trouvaient remplies sur cet emplacement.

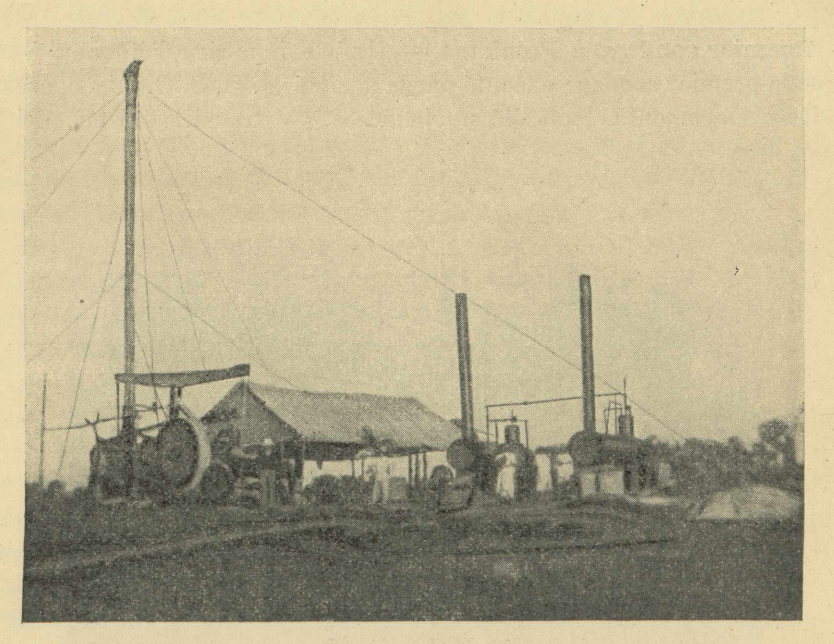


FIG. 128. — Sondage de Folakara.

Une rapide excursion dans les environs me permettait de reconnaître dans un périmètre assez restreint deux anticlinaux bien nets, avec suin-

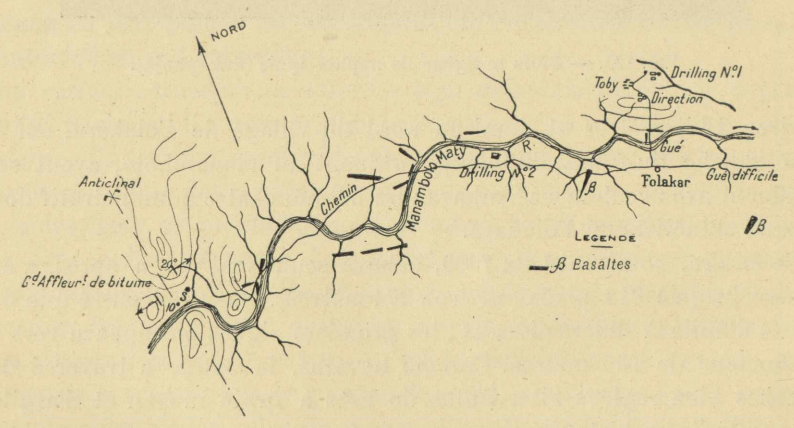


FIG. 129. — Anticlinal à l'ouest de Folakara.

tements alignés, naphte s'écoulant constamment degrés très imprégnés, le tout à une distance de 8 kilomètres environ du premier travail.

Deuxième sondage. — Un nouveau sondage a été effectué plus près de l'un de ces anticlinaux, mais assez loin encore (environ 5 kilomètres de son axe) commencé en juin 1911, il atteignait, le 4 août, à la profondeur de 465 pieds (environ 140 mètres) un premier niveau de naphte épais, donnant, d'après les essais faits aussitôt après la rencontre de l'huile, un débit de 9 barils (de 150 litres) par jour.

Qualité et analyse de l'huile. — La qualité de ces huiles épaisses, partiellement oxydées déjà, est donnée par l'analyse suivante faite à Londres :

Eau	1,20
Coke	12,70
Gazoline (naphta)	14,00
Kerosène	25,80
Huiles de graissage	40,50
Paraffine	1,90
Gaz et pertes	3,90
	100

Le 18 août 1911, le second niveau pétrolifère a été rencontré à 570 pieds (environ 171 mètres). Dès que le niveau a été atteint, le sondage s'est rempli d'un mélange d'huile et d'eau qui est remonté jusqu'à la surface du sol, l'huile formant, au-dessus de l'eau, une couche épaisse. En même temps un dégagement important de gaz inflammables se produisait par l'orifice du sondage.

L'huile de ce second niveau, beaucoup plus fluide que celle du premier niveau, a donné à l'analyse une proportion notablement plns élevée de produits volatils et de kérosène.

Ces résultats démontrent que le trias de Madagascar contient des gisements de naphte donnant à la distillation des produits identiques à ceux des autres bassins pétrolifères connus dans d'autres pays. Cette démonstration est d'autant plus intéressante que la possibilité de trouver du pétrole à Madagascar avait été mise en doute jusqu'à ces derniers temps.

Pour en revenir à Folakara, il est fâcheux que le second sondage ait été placé encore trop loin de l'anticlinal signalé plus haut, sur lequel il sera possible d'obtenir de l'huile exempte d'eau.

Un nouveau sondage placé cette fois-ci sur l'anticlinal, est en voie d'exécution au moment de la publication de cet ouvrage, et d'autres sociétés sont en cours d'organisation pour faire de nouveaux sondages sur d'autres terrains que ceux de la Société de Folakara.

Reconnaissance des anticlinaux. — L'anticlinal sur lequel j'ai conseillé le nouveau sondage de Folakara, a une direction sensiblement nord-sud, c'est-à-dire parallèle dans cette région à la grande falaise du Bemahara. C'est aussi celui qui en est le plus près et qui possède en conséquence les plus grandes épaisseurs probables de terrain triasique pétrolifère, étant éloigné de la bordure archéenne de 28 kilomètres au minimum. Cet important plissement se poursuit très régulièrement sur plus de 40 kilomètres de longueur, distance sur laquelle il est fréquemment jalonné par des affleurements consistant en flaques et coulées de naphte épais, au milieu des hautes herbes (*fig.* 127, 131 et 132).

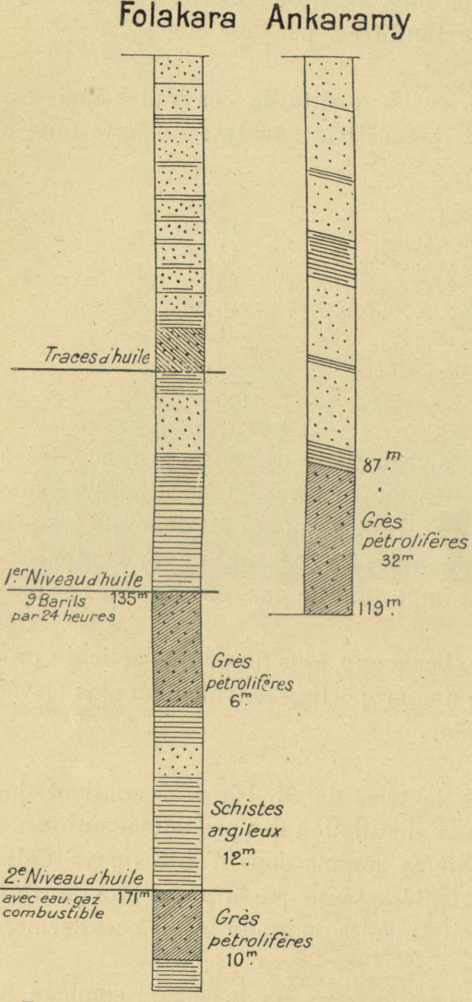


Fig. 130. — Comparaison des sondages de Folakara (n° 2) et d'Ankaramy.

C'est, selon toute probabilité, sur cette ligne d'huile que s'établiront les prochains sondages.

Il existe un autre anticlinal avec suintements au pied de la montagne d'Ambohitralika au sud-ouest du village d'Ankiseny. Sa direction est nord-nord-est et sa distance de la limite de l'Archéen de 15 kilomètres environ. Le naphte provenant d'Ambohitralika est plus liquide que celui du premier niveau de Folakara, à température égale.

J'ai reconnu un troisième anticlinal entre le Manambolomaty et la limite de l'archéen; mais sa grande proximité de la limite du trias ne me l'a pas fait prendre en considération. Il est marqué cependant par des affleurements de grès bruns, friables, présentant tous les caractères de grès pétrolifères oxydés; mais ce caractère est tellement répandu dans toute la région et tellement plus intense sur nombre d'autres points géologiquement

mieux placés pour conclure à des sondages qu'il n'y a pas lieu, à mon avis, de s'y arrêter.

Région d'Ankavandra et dé Miandrivazo. — En descendant le long de la falaise du Bemahara, les mêmes caractères se retrouvent sur les deux lignes de force que je viens de décrire. Cette région présente, en outre, l'avantage que les dykes de roches éruptives, basaltes et syénites diminuent considérablement en nombre et en intensité. J'ai déjà



Fig. 131. — Coulée de naphte dans les hautes herbes.

dit un mot plus haut de cette variation d'intensité de ces accidents, très postérieurs comme époque à celle du dépôt des terrains pétrolifères, mais elle est ici fort sensible, si on la compare surtout aux districts du Ranobé et autres voisins des grands épanchements basaltiques du Boéni et du Ménabé, qui sont décrits plus loin.

Il est vrai qu'on n'est pas fixé encore sur l'influence que peuvent avoir exercée ces venues éruptives sur la distribution du naphte dans le sous-sol, ni sur la qualité des naphtes ayant subi le voisinage de ces basaltes et autres roches fondues. En est-il résulté une distillation partielle des éléments les plus volatils de ces huiles expliquant ainsi la nature épaisse, demi-fluide des produits rencontrés dans le premier niveau de Folakara? D'autre part, les partisans de la formation des hydrocarbures naturels

par la réaction de l'eau sur les carbures métalliques ou autres pouvant exister dans le magma fondu infragranitique, peuvent voir dans ces émissions de basaltes un rapport de cause à effet pour les naphtes du trias de Madagascar. Loin de s'en effrayer, ils y voient l'origine et la raison d'être des dépôts constatés d'hydrocarbures. Ces diverses manières de voir, se basant sur des hypothèses diamétralement contraires, ne peuvent recevoir de solution que par les faits.



Fig. 132. — Coulée de naphte dans le voisinage d'un dyke de basalte.

Ce qui est certain, c'est que, dans un grand nombre de cas, les suintements sont très proches de dykes volcaniques, comme si ces cheminées avaient facilité aux hydrocarbures en puissance dans le sol leur ascension à la surface. Dans plusieurs cas de moi connus, les roches éruptives elles-mêmes sont imprégnées de naphte. Le même fait a été constaté par M. Merle, docteur ès sciences, dans son voyage aux pétroles de l'ouest, antérieur aux travaux effectués à Folakara qui n'existaient pas à l'époque de son passage dans cette région.

Région du Ranobé et de la Mitsotaka. — Cette région a été prospectée par M. Driez, dès les débuts de l'occupation française. Elle se prête mieux que la précédente à la pénétration par voie de mer et au transport des machines et du matériel, le fleuve Ranobé étant navigable

par côtres et goélettes de haute mer sur un assez long parcours et la barre étant en tout cas franchissable à marée haute par des navires ayant un certain calage. La distance à la mer des premiers gîtes pétrolifères du Ranobé n'est guère supérieure à 60 kilomètres. Elle est presque du triple, avec la falaise du Bemahara à franchir par une des cluses des rivières, pour le bassin de Folakara.

La région est une de celles qui était la plus ignorée au point de vue géologique avant la pacification définitive du pays sakalave qui ne date que de 1905. M. Gautier a, le premier, donné une notion exacte en rapportant de son voyage dans le Boéni et l'Ambongo la certitude que les terrains archéens se prolongeaient au delà de la chaîne du Bongo-Lava et que la bosse caractéristique que dessine la côte malgache en formant le cap Saint-André est la manifestation visible d'un cap analogue, mais souterrain, formé par l'infrastructure archéenne de la colonie.

Cette notion a été précisée depuis par le voyage de MM. Mouneyres et Rev. Baron. J'ai ajouté aux travaux de mes prédécesseurs les données que j'ai recueillies au cours de mon récent voyage, ce qui m'a permis de présenter à la société géologique de France une carte d'ensemble, mise au point de cette intéressante région. On comprend aisément que cette surélévation du substratum archéen affleurant au jour, sur de nombreux points de la surface actuelle du sol a eu pour résultat de séparer en deux tous les terrains secondaires et tertiaires qui sont venus battre ce cap et y déposer leurs sédiments. L'examen rapide de la carte montre, en effet, que le trias, qui, à partir de Beravina, abandonne sa position canalisée entre le Bongo-Lava et la falaise jurassique, prend un vaste développement vers l'Ouest, atteignant presque jusqu'à la mer, la chaîne jurassique démantelée et disjointe. Cette dernière ne forme plus que des îlots (*fig.* 133) indiscutables comme faciès de l'infra-lias surmonté de calcaires jurassiques. De l'autre côté, à l'est, le trias vient passer sous les grands causses de l'Ikahavo.

Au nord, le trias contourne le grand îlot archéen dont les principaux pointements sont l'Ambohi-Pisaka et l'Ambohimavo et passe sous un vaste épanchement basaltique au centre duquel, par un phénomène curieux, émerge isolé le pic archéen, d'Ambohitrosy. Après avoir contourné cet obstacle, le trias réapparaît dans la vallée de l'Andranomavo, où des sources de bitume sont signalées comme exploitées par les indigènes, au sud de Bokafara. Le chef de Bekipay en avait des échantillons que j'ai vus entre ses mains.

A l'est, le détroit entre le cap archéen de l'Ambohi-Pisaka et le Bongo-Lava est occupé par le trias et le jurassique, assurant ainsi la continuité stratigraphique des affleurements des grès naphtifères du Betsiriry avec ceux que j'ai reconnus plus au nord et que je vais décrire.

Ce manteau de trias, au-dessus de l'Archéen, diminue d'épaisseur en approchant de la mer, car on trouve des échancrures, notamment à l'ouest d'Ampoza, où les terrains cristallins sont à jour, sur de petites surfaces, il est vrai. Mais ce ne sont là que des exceptions dues à des érosions exceptionnelles, car il est possible de se rendre compte de la puissance réelle de ce terrain par une circonstance spéciale qui se présente à l'entrée du détroit dont j'ai parlé tout à l'heure. A 12 kilomètres à l'ouest du poste d'Ambaliha, se trouve la fameuse muraille dont le nom malgache : *Antetez-Ambato* (littéralement : la muraille de pierre) est des

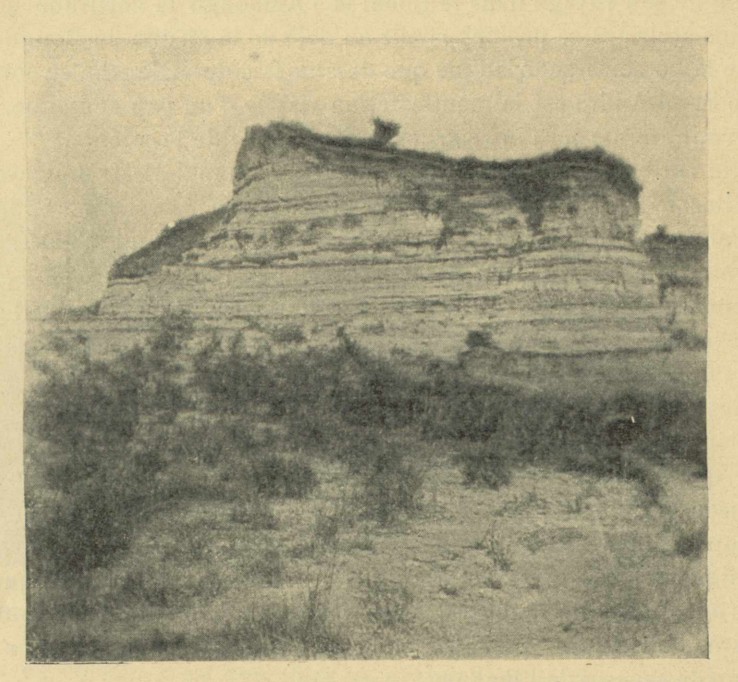


FIG. 133. — Ilot d'infralias reposant sur des grès triasiques.

plus significatifs ; elle consiste en un dyke de basalte mesurant 150 mètres d'épaisseur, 50 mètres de hauteur à pic, barrant toute la vallée, sauf la cluse qui donne passage à la rivière. Le dyke n'affecte pas le jurassique.

Les paquets de grès triasiques, au point de jonction de la muraille basaltique avec le rebord méridional du causse de l'Ikahavo, se retrouvent encore aux altitudes de 600 mètres environ ; les grès à travers lesquels se sont fait jour les roches éruptives ont été affouillés par les érosions à une profondeur d'environ 500 mètres. Là, les grès triasiques existent toujours ; mais, dans le lit du ruisseau qui suit le pied de la muraille, on trouve des blocs de roches anciennes cristallines, dont le volume varie de un à plusieurs mètres cubes, nullement roulés, dont le gisement pri-

mitif est certainement tout proche. Sur la berge opposée, pointent d'autres roches cristallines qui paraissent en place.

L'épaisseur de la formation peut donc être évaluée à 500 mètres au minimum. Nous retrouverons dans le nord des constatations tout aussi certaines que la puissance dans cette dernière région dépasse 1.000 mètres.

Le capitaine Colcanap a signalé une preuve directe du fait, qui était fort probable d'ailleurs, que le trias passe sous les grands causses de l'Ikahavo et du Tompoketsa. Il a découvert, en plein causse jurassique de l'Ikahavo, sur la rive gauche de la Mahavavy, qui a creusé un immense cañon à parois verticales dans toute l'épaisseur des calcaires, sur la rive opposée à l'ancien poste de Bekodia, un paquet de grès de peu d'étendue — 300 à 400 mètres — accoté à la muraille calcaire et qui présentent tous les caractères des grès triasiques cités plus haut.

Anticlinaux reconnus. — Deux anticlinaux sont visibles dans la région du Ranobé. Ils paraissent être parallèles et dirigés nord-ouest-sud-est, ce qui est la direction du cours moyen du Ranobé et aussi de la ligne divisoire qui sépare la Mitsotaka du bassin du Manambao.

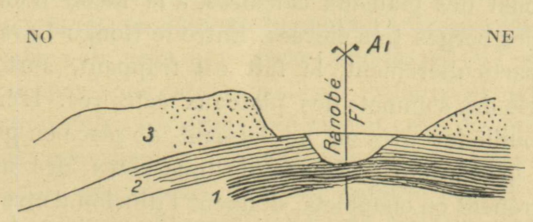


Fig. 134. — Anticlinal de Ranobé.

1° *Anticlinal du Ranobé.* — Le lit du fleuve occupe l'axe de l'anticlinal. La coupe est dirigée nord-est-nord-ouest et passe par l'ancien poste militaire du Ranobé, un peu en amont du point où ce cours d'eau cesse d'être navigable pour des embarcations d'un certain tonnage (*fig.* 134). Le sol est formé de marnes noduleuses imprégnées de naphte. Au-dessus, formant les berges, apparaît un lit d'argiles schisteuses très imprégnées aussi. Les flancs des collines sont formés de grès très épais.

Cet anticlinal forme la ligne divisoire entre le Ranobé et son affluent, le Mitsotaka. Il réapparaît dans la figure, qui donne la coupe parallèle à la première, mais à 16 kilomètres à l'est comprenant les deux anticlinaux reconnus jusqu'à ce jour.

2° *Anticlinal de Bédo.* — La coupe passe par Bédo, village situé à 6 kilomètres environ à l'est-nord-est du poste militaire de Moraténobé. L'anticlinal du Ranobé, recouvert de terre et de sable, est peu apparent. Celui de Bédo, qu'accompagnent de très nombreux suintements, pré-

sente à sa base un grès grossier très fortement imprégné de naphte. Au-dessus vient un banc de grès plus fin possédant les mêmes caractères. Les huiles qui s'en écoulent forment des flaques et des coulées atteignant plusieurs dizaines de mètres de longueur. La naphte qui les forme est plus liquide que celui du Betsiriry. Nombreux dykes de basalte.

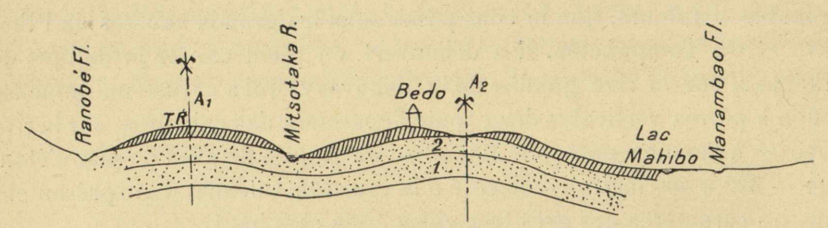


Fig. 135. — Double anticlinal de Bédo.

Région d'Ankilahila à Maevatanana. — Depuis Ankilahila jusqu'à Maevatanana, la bande de grès triasiques se trouve limitée d'un côté, au sud, par les dernières pentes des schistes cristallins et, au nord, par le rebord méridional des plateaux calcaires, à la façon d'un cours d'eau enserré entre des berges très élevées. Entre le Bongo-Lava et le causse de l'Ikahavo, particulièrement, le fait est frappant, surtout quand on regarde la vallée des sommets des plateaux calcaires. L'érosion a profondément affouillé les grès en ne laissant, de place en place, que des mamelons de grès rouges, rongés de tous côtés; des mares, qui se suivent et s'égrènent en chapelets, donnent l'illusion d'être en présence des derniers vestiges d'un cours d'eau ayant autrefois drainé la vallée.

Les grès triasiques sans consistance, qui avaient autrefois rempli la vallée encaissée qui sépare à présent l'Ikahavo du Bongo-Lava, privés de leur chapeau protecteur de lias et de jurassique, sont enlevés peu à peu par les eaux et finiront par laisser à nu le fond de l'ancienne vallée. Il paraît possible que, dans un avenir éloigné, une ligne d'eau continue réunisse les vallées de l'Ikopa, de la Menavava et de la Mahakamba, depuis Marololo jusqu'à Ankilahila.

Toute cette vallée gréseuse a été étudiée en 1911 pour recherches de pétrole par feu M. Eudes, un prospecteur d'une réelle valeur, malheureusement décédé peu de temps après sa rentrée en France.

Le trias au nord de Maevatanana. — La bande gréseuse, tant de fois décrite, qui a encore, à son passage à Mévatanana, une dizaine de kilomètres de largeur, se rétrécit en continuant vers le nord et n'en compte au delà que 4 1/2. Aux environs même de Maevatanana, qui est bâti sur le gneiss, on rencontre sur les sommets des mamelons gneissiques

des lambeaux de grès, derniers restes d'une érosion qui a mis à nu le substratum archéen. Les éléments de la roche se distinguent facilement à l'œil nu : les grains de quartz sont roulés, mais faiblement arrondis ; des mouches de feldspath transformé en kaolin sont réparties au milieu de la masse et donnent à la roche un aspect tacheté de blanc ; on constate en outre l'absence de mica. Des galets de quartz de différentes grosseurs, depuis celle d'un œuf de pigeon jusqu'à celle du poing et même de la tête, sont disséminés au milieu de la masse : certains sont arrondis, mais la majorité d'entre eux ont des contours anguleux, preuve du faible déplacement dont ces débris ont été affectés.

Comme les gneiss de la région sont surtout amphiboliques et presque entièrement dépouvus de mica, on peut conclure que les grès triasiques ont été formés, presque sur place des éléments, remaniés, de ces gneiss.

Après avoir passé la Loza, le jurassique, étudié en détail par le capitaine Colcanap, prend un grand développement. Ce terrain forme, comme dans le Betsiriry, une seconde bande parallèle aux terrains triasiques qui constituent une sorte de liseré entre le jurassique et l'archéen. Les strates de ces deux terrains : jurassique et trias sont toujours concordants. Un bon guide pour la reconnaissance du contact se trouve sous la forme d'un banc de calcaire noir, très dur, cassant, qui donne de l'excellente chaux hydraulique et qui, pour cette raison, est exploité sur plusieurs points.

La distinction entre les grès triasiques et ceux du jurassique, car il existe aussi des grès dans ce dernier terrain, est importante à bien noter, car elle évite bien des erreurs dans les coupes. Un des caractères distinctifs consiste dans l'absence totale de fossiles dans les grès et marnes du trias, tandis qu'ils sont nombreux dans les assises du lias et du jurassique superposés.

Les limites du trias dans cette région, qui comprend la totalité de la province d'Analalava et une partie de celle de Nosy-Bé, au delà d'Ankaramy peuvent se déterminer comme suit :

Limite vers l'est : le contact avec le jurassique, ou plus exactement avec les schistes noirs du trias, passe, sur la Sofia, à l'est de Marsala, remonte directement au nord par Maroadabo, Iraony, Andranofito sur le Maivorano, Ambinany, au confluent de l'Ankingafohy et de l'Andranomalaza, Mangoarivo, etc.

La largeur de cette bande est moindre que dans le Betsiriry ; elle varie entre 10 et 20 kilomètres. Le travail des érosions est moindre aussi et l'aspect marécageux a disparu. Ce sont des collines de 100 à 150 mètres de hauteur. La distance à la mer se réduit, à Ankaramy, à une quinzaine de kilomètres seulement.

Ayant démontré ainsi la continuité de la formation triasique depuis

Bénénitra à la hauteur de Tuléar jusqu'à la presqu'île d'Ampasandava, il restait à prouver que la formation naphtifère s'y prolonge aussi.

Anticlinal d'Ankaramy. — Une circonstance fortuite a permis de démontrer cette existence à la suite d'un sondage exécuté aux frais de la colonie dans un tout autre but. Ce travail a été entrepris sur le flanc sud d'un grand anticlinal auquel j'ai donné le nom du village voisin d'Ankaramy, qui se trouve dans la proximité immédiate du sondage. Il se présente, sur une longueur de plus de 40 kilomètres, sous la forme d'une épaisse couche de grès redressés avec pendage de 20 à 25° au sud, ayant son arête à la cote moyenne de 300 mètres au-dessus du niveau de la mer (*fig.* 136). La partie centrale de la voûte a disparu et la retombée se produit, entre le village d'Ankarany et la rivière Bérondro, sur la rive gauche de laquelle existent des fours à chaux qui utilisent le calcaire noir liasique dont j'ai parlé plus haut. L'axe de l'anticlinal passe à environ 500 mètres au nord d'Ankaramy, près du village d'Antananimaribé. Le flanc nord a un pendage moindre que celui tourné vers le sud.

La direction de la crête gréseuse, qui est aussi celle de l'axe de l'anticlinal, varie entre : nord 45° est à Ankaramy et nord 60° est au village d'Ambodimangatelo. A Zanghoa où la ligne s'abaisse graduellement jusqu'au niveau de la mer, elle passe sous des alluvions modernes et des marécages couverts de palétuviers.

C'est sur cet anticlinal qu'a été effectué, en 1902, un commencement de sondages, poussé jusqu'à 119 mètres, profondeur à laquelle il a été arrêté. Voici dans quelles conditions il avait été entrepris :

J'ai déjà dit un mot, dans les premières pages de ce volume, des travaux que l'ingénieur Guillemin entreprit en 1863 dans la région de la presqu'île d'Ampasinadava sous les auspices de la Compagnie de Madagascar. Cette mission, brusquement interrompue par des événements politiques, permit à l'explorateur d'affirmer l'existence d'un « vaste bassin houiller en face de la colonie de Nosy-Bé et, pour ainsi dire, au cœur même de la mer des Indes ».

Il donnait pour limites à ce bassin l'étendue de 180 kilomètres qui sépare le cap Saint-Sébastien de la pointe de Bavatobé et émettait l'hypothèse de la prolongation possible de cette formation vers l'ouest et le sud.

Enfin, la profondeur des terrains à l'intérieur était estimée à 40 kilomètres en moyenne.

Plus tard, le gouvernement malgache confia à l'ingénieur Guinard le soin de confirmer la présence de la houille dans les assises sédimentaires de la région.

A la suite de cette nouvelle exploration, l'existence du « grand bassin »

fut de nouveau admise. Dans sa chronologie géologique. M. Guinard en faisait du houiller supérieur et du permien ; mais, contrairement à son

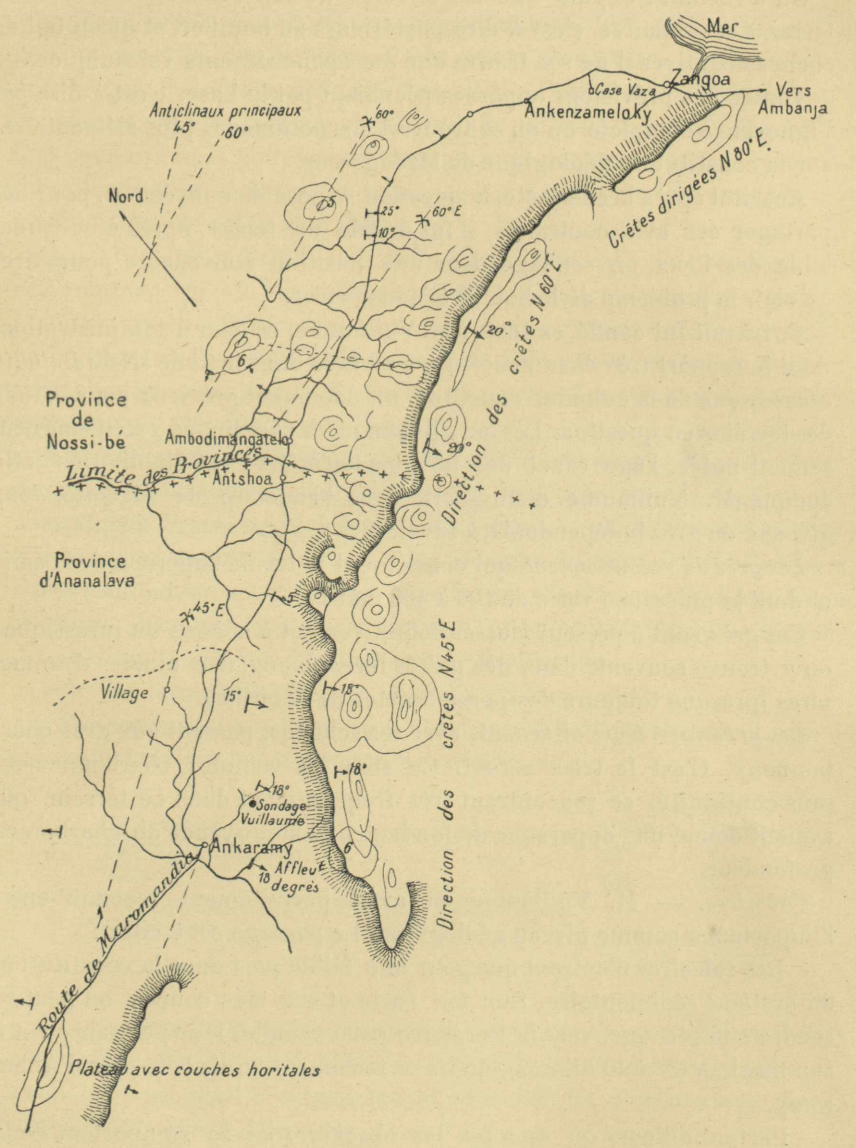


Fig. 136. — Anticlinal d'Ankaramy.

prédécesseur, il concluait à la stérilité de la formation et en donnait pour raison la topographie de l'extrémité nord de Madagascar, qui se termine, comme on le sait, par une pointe effilée, « à cause, disait-il, de la faible

surface du primitif émergé à cette pointe, surtout sur le versant ouest, dont les érosions ont fourni les éléments de cette formation ».

On a reconnu depuis que les terrains du cap d'Ambre sont tous des terrains secondaires, c'est-à-dire postérieurs au houiller, et qu'en fait de roches éruptives il ne s'y trouve que des épanchements volcaniques.

Toutes ces prévisions opposées péchaient par la base, c'est-à-dire par l'ignorance complète où on se trouvait des notions les plus élémentaires sur la constitution géologique de Madagascar.

Aussitôt après la conquête, la question se posa de nouveau et, pour départager ces avis contraires, il fut décidé de tenter, après étude préalable des lieux, un sondage dans une position convenable pour tirer au clair le problème de la houille à Madagascar.

Ce travail fut confié, en 1899, à M. Vuillaume, officier d'administration, dont le rapport très documenté, paru en 1903 dans le tome III du *Bulletin économique* de la colonie, constitue un document précieux pour l'étude des terrains en question. Les anticlinaux et les synclinaux y sont soigneusement notés, l'âge exact des terrains liasiques y est établi. Dès cette époque M. Vuillaume distinguait, avec beaucoup de sagacité, deux niveaux de grès indépendants, à savoir :

Les grès de recouvrement, qui constituent le terme supérieur de la série et dont la puissance varie de 100 à 400 mètres.

Ces grès sont à présent classés définitivement à la base du jurassique ; on y trouve souvent, dans des galets ferrugineux, des moules d'ammonites (presque toujours des perisphinctes de l'oolithe).

Les grès inférieurs alternant, avec les schistes, passent aux grès charbonneux. C'est le trias actuel. Ce sont les veinules charbonneuses, sans continuité, se rencontrant très fréquemment dans ce terrain, qui avaient donné une apparence de fondement à la croyance au charbon en profondeur.

Calcaires. — M. Vuillaume en avait parfaitement reconnu aussi l'importance comme niveau géologique. Le passage est à citer :

« Les calcaires n'entrent que pour une faible part dans la constitution du système sédimentaire. Sur ma carte et sur mes coupes, on peut se rendre compte que, vers la Berondro par exemple, leur puissance est à son maxima (35 à 40 mètres), qu'ils se terminent en lentille près d'Ankaramy.

« Partout ailleurs où on a pu les observer, ils se comportent de la même manière. *Ils constituent un excellent horizon géologique de plus de 40 kilomètres* d'étendue dont nous nous sommes servis.

« Ces calcaires renferment des assises argileuses, mais dont le plus grand indice d'hydraulicité ne dépasse pas 12 0/0; ils donnent une excellente chaux aérienne et, si la calcination était bien conduite jus-

qu'au degré voulu, peut-être arriverait-on à obtenir de la chaux faiblement ou moyennement hydraulique à condition de bien choisir le banc d'exploitation. »

Après de nombreuses tergiversations quant au choix de l'emplacement pour le sondage, tenant surtout à ce que la plupart des terrains étaient occupés par des demandes antérieures, M. Vuillaume n'arrivait pas à trouver un espace libre convenable. Enfin, en 1901, le choix tomba, — fort heureusement pour la question qui nous occupe — sur les environs du village d'Ankaramy, en plein terrain triasique. Le sondage fut commencé le 20 septembre 1901.

Des difficultés multiples tenant d'abord à la faiblesse du premier appareil employé qu'il fallut changer, puis à l'inexpérience des sondeurs et autres misères inhérentes aux travaux de ce genre dans la brousse, à une époque où les communications étaient autrement difficiles et autrement lentes qu'aujourd'hui, firent suspendre les travaux à plusieurs reprises.

A 87 mètres de profondeur, on avait atteint un niveau de *grès bitumineux*, suivant l'expression constamment employée dans le rapport, qui compliquait beaucoup le travail. Ce « bitume », qui n'était autre chose que le même naphte épais qui a été recoupé au puits n° 2 de Folakara, à une profondeur un peu plus grande, empâtait les outils d'une façon telle que, découragée d'autre part par l'absence de toute veine sérieuse de charbon, la mission décida d'arrêter les travaux.

Voici les termes du Rapport officiel paru à ce sujet :

« *Exposé des causes qui ont amené la suspension des travaux.* — La partie chutante de la sonde est composée comme suit :

Un trépan...........................	107kg	1m,20
Une tige maîtresse....................	207	4
Trois —	681	18
Un appareil à chute libre (130 kilos, n'agit pas sur les trépans)....................	»	1 ,70
	995kg	24m,90

« La hauteur de la partie basse de la sonde mesure donc 24m,90.

« Vers la profondeur de 111 mètres atteinte par les ciseaux, l'appareil à chute libre occupait le niveau 111-24,90 = 86m,10, à la hauteur duquel débutent les grès bitumineux.

« Nous avons dit que ces grès *sont fortement imprégnés de bitume* et qu'à leur hauteur l'outillage mécanique *se couvrait d'une pellicule noire plus ou moins épaisse*.

« Dans son mouvement de va-et-vient, la tige du piston, les clavettes et autres organes de direction et d'accrochage *se chargent d'une couche de*

bitume qui ne tarde pas à les empâter ; les sables fins que transporte la matière s'engagent avec elle dans l'intérieur du piston et amènent, ainsi réunis, des coincements énergiques des parties frottantes. L'accrochage ne se produit plus, *d'où nécessité de remonter la sonde toutes les heures environ.*

« Les cuillères à clapets ou à boulets *se recouvrent instantanément de bitume.* Le boulet ou le clapet reçoit *une enveloppe épaisse et inégale de la matière* pendant le virage ou la frappe.

« Il suffit de quelques grains un peu forts collés sur l'obturateur pour laisser échapper le résidu poussiéreux pendant la remonte des outils de curage.

« On a essayé de mélanger une forte proportion d'argile aux débris accumulés au fond du trou de sonde et de provoquer un mélange aussi intime que possible des éléments : les résultats n'ont pas été satisfaisants.

« On pourrait *recourir à un tubage des zones bitumineuses*, mais le sondage n'a que 165 millimètres de diamètre et celui des manchons de raccord des tiges maîtresses mesure 120 millimètres. Le jeu entre les parois du tubage serait insuffisant. »

Il est réellement extraordinaire que des indications aussi probantes de l'existence du naphte en profondeur n'aient pas encouragé la continuation des travaux ; mais, à cette époque, personne ne pensait à la possibilité de l'existence du pétrole à Madagascar, les grands suintements du Betsiriry étaient inconnus aussi. De plus, les crédits avaient été ouverts en vue de la recherche du charbon, il était difficile de les détourner du but strict pour la poursuite duquel ils avaient été ouverts.

Pour toutes ces raisons, les choses en restèrent là jusqu'à l'époque de mon voyage à Madagascar. Je n'eus l'occasion de prendre connaissance de ce Rapport, imprimé dans le *Bulletin économique* de la colonie, année 1903, qu'à mon arrivée à Tananarive ; le parallèle entre le sondage d'Ankaramy et celui de Folakara devenait aussitôt évident, en les mettant simplement en regard (*fig.* 130).

Visite du gisement d'Ankaramy. — Mon premier soin a été, après avoir terminé la reconnaissance du trias de Betsiriry, de me rendre sur les lieux à Ankaramy et de visiter le sondage de M. Vuillaume. Le souvenir en est encore très vivant ici et le guide qui nous a conduit avait lui-même travaillé avec cet officier. Inutile de dire que tout est en ruines et recouvert d'une épaisse brousse. Le tubage est encore en place, c'est avec peine que nous retrouvons quelques éclats de grès bitumeux dans la décharge ravinée par les eaux. Le chantier est à 1.500 mètres au nord-est du village, sur la rive gauche d'un affluent de la rivière Anka-

ramy. La figure 136 donne le plan à une échelle réduite, du levé à la planchette exécuté pendant la durée de notre séjour sur les lieux.

Anticlinal. — Le sondage a été pratiqué sur le flanc sud de l'anticlinal très net qui passe ici et dont l'axe est dirigé nord-est sud-ouest. Si on reporte cette direction sur la carte au 1/250.000^e de M. Lemoine, on voit qu'elle est parallèle au prolongement de la grande bande triasique qui traverse l'île, depuis Zanghoa jusqu'à l'embouchure de la Loky, ce qui représente une distance supérieure à 150 kilomètres. C'est donc un mouvement orogénique très important. Cet axe passe, comme je l'ai dit déjà un peu au nord du village d'Ankaramy.

Le flanc sud, que nous avons suivi en venant de Maromandia est très régulier et très net sur plus de 10 kilomètres avant d'arriver à Ankaramy. On le voit aussi très distinctement aux environs du sondage.

Affleurement de grès bitumineux et charbonneux au village même d'Ankaramy. — Une confirmation heureuse des travaux de M. Vuillaume nous a été fournie par un affleurement situé dans le fond d'un ruisseau aboutissant à la rivière d'Ankaramy. Ce point est à 10 minutes de marche du village sur la rive gauche de l'Ankaramy, à côté d'une distillerie clandestine d'eau-de-vie indigène. J'en donne ci-contre (*fig.* 137) un plan et une coupe.

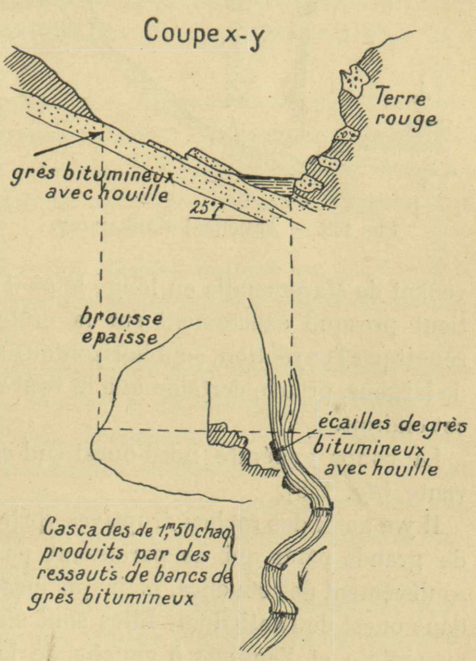


Fig. 137. — Affleurement de grès charbonneux et bitumeux du village d'Ankaramy.

L'eau coule en réalité sur une dalle de grès bitumineux contenant des veinules de charbon friable de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, veinules essentiellement discontinues.

Il y a aussi beaucoup de pyrite de fer, cause de la coloration rouge des grès qui couvrent tout le pays, par suite de l'oxydation profonde de cette pyrite.

Ces grès bitumineux deviennent pâteux quand on les expose, comme nous l'avons fait sur les lieux mêmes, sur des charbons ardents.

Comme on le voit sur le levé de terrain, ils concordent parfaitement comme direction nord-est sud-ouest et comme pendage (environ 25°) avec les chiffres donnés par M. Vuillaume. Notons aussi que ce pendage diminue en profondeur.

PROLONGEMENT AU NORD-EST DU BASSIN TRIASIQUE

J'ai suivi ce bassin à partir d'Ankaramy sur plus de 150 kilomètres de long jusqu'aux sources de la Loky.

En voici les principales particularités :

En partant d'Ankaramy, on suit constamment un grand escarpement de grès triasiques rectilignes à 2 kilomètres de distance moyenne qui marque clairement le flanc sud d'un grand anticlinal; cette sorte de falaise est indiquée en hachures sur la carte (*fig.* 136).

Fig. 138. — Anticlinal d'Ankaramy.

La crête de ce flanc sud avance notablement vers l'Ouest avant d'arriver à Ankaramy et le chemin par lequel nous avons passé en venant de Maromandia en longe le pied; à cet endroit, la route se maintient presque exactement sur la crête de l'anticlinal. Les grès, très rougis par l'oxydation, sont horizontaux sur plusieurs centaines de mètres de largeur, preuve certaine que la voûte anticlinale est très surbaissée à cet endroit.

La coupe générale nord-ouest-sud-est de cette région est la suivante (*fig.* 138).

Il y a aussi des roches éruptives (principalement des syénites) faisant de grands pâtés qui ne paraissent pas avoir affecté sensiblement le soulèvement des couches, mais qui masquent en partie la retombée du flanc ouest de l'anticlinal, Elles sont surtout fréquentes entre Ambodimangatelo et Zanghoa à gauche de la route qui longe le pied de la falaise triasique.

Je me suis guidé, pour la détermination des lignes anticlinales, sur l'alignement de ces crêtes, guide bien plus sûr que les pendages relevés le long de la route, qui sont très souvent affectés par des dérangements

superficiels locaux, de nature à égarer et à masquer l'allure générale stratigraphique du pays.

D'après ces données, l'anticlinal a son axe dirigé d'abord nord 45° est, cette direction prévalant depuis le village abandonné de Marokoko (carte au 1/500.000), à 20 kilomètres d'Ankaramy jusqu'à la crête divisoire de ce cours d'eau avec le bassin de le Berondro, ou plus exactement de son affluent l'Ankelinsahavaki.

A partir de cette crête secondaire les montagnes s'infléchissent dans la direction nord 60° est, qui est celle de l'axe anticlinal. Ce dernier est toujours invisible sur son flanc nord, caché par des morts-terrains et par des syénites.

Par analogie avec ce que j'ai reconnu du côté de Marokoko, j'attribue à cet anticlinal une largeur utile de 2 kilomètres au maximum. Il paraît probable, dans ces conditions, que la ligne de force du naphte sera très étendue dans cette région.

Les grès pétrolifères sont à grains grossiers et anguleux; près de la surface le naphte oxydé qui les imprègne se ramollit lorsqu'on chauffe et le grès se débite, alors, facilement. De nombreux filets charbonneux sans continuité, reste de végétaux fossiles, qui ont fait croire à l'existence de la houille, se rencontrent, en lits minces, dans ces grès.

Le trias entre Zanghoa et Ambanja. — Après avoir dépassé Zanghoa, la route s'engage dans les palétuviers inondés. Le rivage est formé par des alternances de grès et de marnes démantelés par les érosions marines; les strates sont horizontaux ou, plus exactement, faiblement inclinés vers l'Ouest.

En fait, la coupe géologique, des plus simples, indique que les couches plongent doucement vers la mer par une pente faible et régulière depuis Ambanja jusqu'au cordon littoral.

D'Ambanja à Antsahabé le trias augmente considérablement d'épaisseur, par suite du relèvement des couches et de leur non-érosion par les agents atmosphériques. Le maximum de conservation est atteint en face d'Antsahabé, dans la chaîne de montagnes dirigée nord-est-sud-ouest et qui porte le nom de Kolobano. On a une vue magnifique sur ces crêtes grèseuses, depuis la maison du chef de poste administratif à Antsahabé où nous avons reçu l'hospitalité (*fig.* 59).

Les grès sont à cet endroit tout à fait horizontaux. Le plus haut sommet (1.148 mètres), constitué par des assises horizontales de ces grès blanchis par le temps, est parfaitement stratifiés.

Le trajet (très pénible : huit heures au minimum) d'Ambanja à Antsahabé par Bolobozo, est intéressant parce qu'il nous met, pour la première fois, en contact avec l'archéen, que nous ne quitterons plus à pré-

sent jusqu'à Andavakoëra, en suivant pas à pas cette intéressante lisière du contact avec le trias.

C'est à Antsahabé même et surtout entre ce village et Anaborane, que nous avons commencé à marcher sur les *schistes à poissons*, qui forment le terme le plus bas de la formation triasique de Madagascar. Nous en avons cassé plusieurs en déjeunant à Anaborane. (Voir la coupe page 126.)

D'Antsahabé à Anaborano. — Cette partie de l'itinéraire est des plus intéressantes, parce qu'on commence à trouver des indications filon-

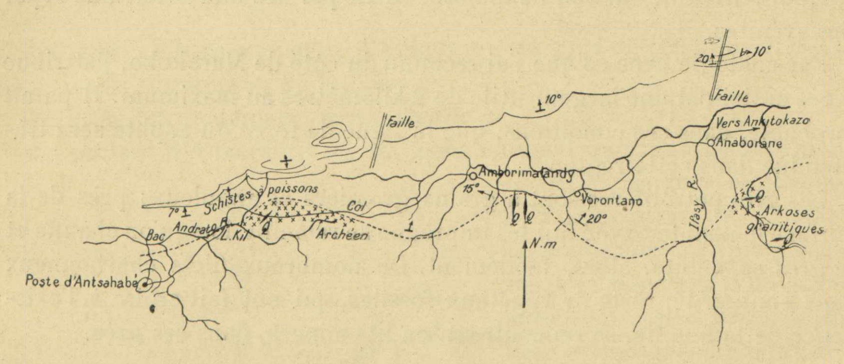


Fig. 13J. — Itinéraire d Antsahabé à Anaborano.

niennes dans l'archéen. Il y a eu d'ailleurs nombre de piquets pris par ici, mais pas de travaux sérieux, à peine quelques grattages, la plupart du temps même : rien. Tous ces terrains ont été pris en spéculation et abandonnés à cette heure.

En partant d'Antsahabé, on traverse la rivière du même nom, affluent de l'Andrato, puis cette rivière elle-même au 4e kilomètre après le départ. On est alors sur les schistes *très redressés* qui me font penser un moment à une discordance entre ces terrains redressés et les formations permiennes, antérieures au trias (coupe au 4e kilomètre). Mais, après quelques kilomètres de circulation sur ces mêmes schistes, je reste convaincu qu'ils sont en stratification concordante avec les grandes assises horizontales du trias et que ce redressement est dû à la plasticité des couches se relevant sur les bords à la façon d'une brique sur du mortier liquide.

Silice gélatineuse. — Au village d'Anaborano nous avons quitté la vallée de l'Ifasy, qui suit le contact, pour nous enfoncer au Sud dans un terrain ruiniforme, constitué par des arkoses et des granits décomposés. On nous y avait signalé, avec des précisions telles que nous ne pouvions pas en douter, des « graisses minérales » de couleur claire qui nous faisaient espérer la rencontre d'Ozokérite ou de produits hydrocarburés analogues.

C'est aux environs du village d'Antarévoka, à la limite du bassin d'un des affluents de l'Ifasy que nous avons touché ce soit-disant gisement. Dans un puits de 2 mètres de profondeur en plein granit à mica noir, nous avons trouvé de la silice gélatineuse en masses blanchâtres et gluantes, permettant, au premier abord, la confusion avec la graisse. C'est une des formes de la latérilisation de ces granits.

Voici la coupe de cette région :

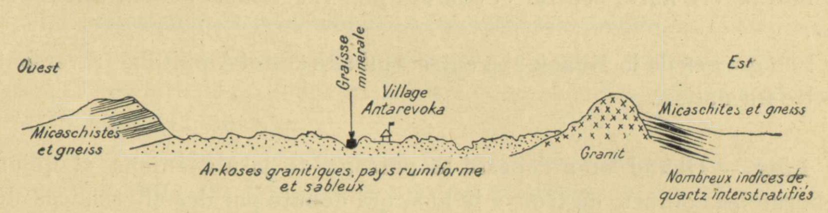


Fig. 140. — Coupe d'Anaborano à Antarévoka.

Les grès et schistes du trias sont blancs, rouges ou jaunâtres en surface, mais dès qu'un accident quelconque, notamment un ravin, met la roche fraîche à nu, on voit qu'elle est noire, chargée de matières organiques et de pyrites, tout à fait analogue à ce que nous connaissons autre part ; mais ici il n'y a pas trace de suintements, vu que nous sommes sur un fond de bateau ou, plus exactement, sur une pente faible mais régulière vers la mer. Tout à fait, en petit, les conditions que nous avons trouvées dans le Betsiriry, sauf les anticlinaux qui y font défaut.

Je m'attends à trouver la même tectonique, c'est-à-dire une forme en fond de bateau sur toute la bande triasique qui traverse la colonie du Sambirano à la Loky. Cela équivaudrait à dire qu'il n'y a de recherches logiques de pétrole à faire que dans l'anticlinal d'Ankaramy.

Cette considération est très importante, car elle permet de localiser les recherches aux seuls points de cette vaste formation triasique malgache, où l'existence d'anticlinaux permet de prévoir des résultats favorables.

Coupe générale du trias au droit d'Andavakoëra. — Terminons cette étude rapide du trias dans le Nord de Madagascar, examiné indépendamment des gisements aurifères qui accompagnent son contact avec l'archéen.

J'ai pu établir la tectonique par la coupe centrale relevée à mon retour de ma visite à M. l'administrateur Besson, à Ambitobé, pour rentrer à Diégo par la route à l'est du mont d'Ambre, via Ambondrofé, Ambahivé et Sakaramy (camp d'Ambre) (tête de tramway pour Antsirane-Diego).

En voici les éléments principaux :

Schistes à poissons, du trias inférieur. — C'est le terrain le mieux étudié par suite de sa relation avec les gîtes aurifères qui les intéressent. (Voir plus haut. p. 124 la discussion à ce sujet). Puissance : 150 mètres

Trias moyen et supérieur. — Grands bancs de grès proprement dits, non micacés, souvent poudinguiformes. Puissance 600 mètres.

Constituent les crêtes horizontales du Kolobano et les têtes des pitons Andavakoëra nord, central et sud ou, plus exactement, *ouest*, central et *est*.

Les gorges de la Mananjeba entre Ambakirano et Ambitobé traversent cette formation.

Lias. — Quand on a dépassé le passage de la Mananjeba et qu'on aborde les collines, on trouve le lias, qui débute par des alternances de marnes grises avec un calcaire, très marneux lui-même, d'environ 40 mètres de puissance.

Jurassique. — Sur ma coupe, ce terrain est arasé. On le trouve plus loin, au nord de la Loky, où il forme un grand causse qui rend difficile le passage. Si ce n'était cette barrière, il serait beaucoup plus court, depuis les mines de Betankilaotra, d'aller à Diégo directement sans venir passer par l'échancrure de la Mananjeba, la seule qui existe dans la barrière des grès. J'entends dire la seule à peu de distance, relativement, car les quatre grandes rivières qui coulent du sud au nord : l'Ifasy, la Mahavavy, l'Antsiatsia et la Mananjeba, ont toutes leurs cluses plus ou moins étroites, plus ou moins pittoresques, par lesquelles se marque la traversée du bord sud de la bande gréseuse triasique, qui prend en écharpe le continent malgache dans cette région au Nord.

C'est un profond sillon dans l'archéen qui a été ainsi rempli en fond de bateau par les formations secondaires. Le bord nord archéen est caché par les épanchements volcaniques de la montagne d'Ambre, mais il ne me paraît pas douteux que le soubassement de ce grand massif montagneux ne soit archéen. C'est aussi l'avis de mes prédécesseurs dans le pays : MM. Gautier, le Rév. Baron et Lemoine.

Comme conclusion, on peut dire qu'au delà de l'anticlinal d'Ankaramy, il n'existe vers le nord-est, dans le trias de Madagascar, aucun synclinal permettant de tenter des sondages pour huile minérale

Résumé et conclusions

En résumé, il est actuellement hors de doute que le trias de Madagascar est pétrolifère. La puissance totale des alternances de grès et de marnes pouvant contenir des couches exploitables est de 500 à 600 mètres. Jusqu'ici trois sondages seulement ont été exécutés, deux dans le bassin du Betsiriry, un sur l'anticlinal d'Ankaramy. Le plus profond n'a pas dépassé 320 mètres de profondeur. Il reste donc encore une forte épaisseur qui n'a pas été touchée.

Le premier niveau, très rapproché de la surface, donne des huiles épaisses par suite de l'oxydation due au voisinage de la surface. Le deuxième niveau, situé à 50 mètres plus bas, donne déjà des huiles plus légères.

Les conditions essentielles du succès dans les sondages futurs sont les suivantes :

Placer les sondages sur les anticlinaux et, de préférence, sur les anticlinaux signalés par des suintements de bitume à la surface du sol. Les anticlinaux dans le Betsiriry ayant en général des flancs assez faiblement inclinés, il ne faut confier le choix des emplacements des sondages, surtout des premiers sondages, qu'à des personnes expérimentées.

S'abstenir, du moins tant que leur rôle dans la circulation souterraine des huiles n'aura pas été mieux élucidé, de placer les sondages dans la proximité immédiate de dykes de roches éruptives récentes, tels que basaltes, syénites, etc.

Débouchés. — Comme le faisait très judicieusement remarquer un important journal financier de Londres, le *Financial News*, dans un article récent, cette découverte du pétrole à Madagascar aura des conséquences heureuses et multiples.

Pour la colonie d'abord : chemin de fer, navigation, usines de tous genre n'ont comme combustible que le bois qui est souvent rare ou la houille importée à grands frais de l'Europe. Tous ces clients naturels adopteront le « mazout » (résidu de la distillation du naphte brut) qui, comme on le sait, détrône immédiatement tous les autres combustibles industriels dans les pays où l'on peut l'obtenir à bas prix.

Une des raisons de la hausse des pétroles tient aux emplois nouveaux dans la marine de guerre. C'est déjà, avec nos armements modernes constamment accrus, un débouché très important ; mais voici que la marine commerciale s'y rallie, et ce, dans des conditions bien plus vastes

Ce n'est plus en effet comme combustible remplaçant la houille, supprimant les escarbilles, la fumée, les pénibles métiers de soutiers et de chauffeurs que va s'imposer le pétrole ; le dernier progrès fait mieux encore. Il supprime le cycle peu économique qui emploie la vapeur comme intermédiaire. Dans les steamers munis de moteurs à explosion Diesel, c'est le mélange, convenablement préparé, de pétrole et d'air qui actionne directement les propulseurs. Plus de chaudières encombrantes occupant la plus belle place sur le navire, plus de soutes à charbon de si pénible mémoire quand on fait le plein dans les escales. Grâce au pétrole, nous connaîtrons de nouveau l'âge d'or de la navigation à voiles, ces dernières exceptées.

Au dernier banquet donné à Londres par le *Cricket-Club*, M. Devitt a annoncé la construction prochaine d'un navire de 14.000 tonnes, mû exclusivement par des moteurs à pétrole Diesel. On a déjà utilisé de la sorte le pétrole, mais jamais sur des bâtiments d'aussi grandes dimensions, le plus important actuellement à flot ne jaugeant que 8.000 tonnes. On se rend aisément compte de l'importance qu'auront les pétroles malgaches dans toute cette navigation intercoloniale sud-africaine. Il y a en outre, de l'autre côté du canal Mozambique, une population blanche, sans cesse croissante, qui constituera pour les pétroles malgaches une clientèle assurée et, pour ainsi dire, sur place.

Les moteurs à pétrole dans la marine. — A la dernière séance de la British Association, M. Rosenthal a présenté un Mémoire sur l'emploi des moteurs à pétrole à bord des navires. Dans cette étude, il déclare que les moteurs à explosion remplaceront dans certains cas les machines alternatives à bord des navires, mais pas les turbines à vapeur. Pour les faibles puissances, les moteurs à pétrole lourd sont très avantageux, ils permettent une économie dans le prix du combustible et augmentent le rayon d'action du navire, le combustible étant moins lourd et moins encombrant à puissance égale.

L'auteur donne l'exemple du *Toilier*, construit par les chantiers Swan, Hunter and Wigham Richardson, de 2.700 tonnes, équipé avec des moteurs à pétrole. Le pétrole coûte 56 fr. 75 la tonne, et le charbon seulement 15 fr. 75 la tonne ; cependant l'économie due à l'emploi des moteurs à pétrole a atteint 98 fr. 50 par jour de marche du bateau. Le *Vulcanus*, navire de 1.900 tonnes, équipé avec des moteurs Diesel, a pu naviguer 100 milles marins, avec une dépense d'une tonne de pétrole lourd.

Des moteurs Diesel, spécialement construits pour la navigation, sont établis par divers constructeurs, notamment par la Nurnberg Ges., qui construit actuellement deux moteurs développant chacun 2.400 chevaux. Elle construit également des moteurs à deux temps, à 3 cylindres, tour-

nant à 125 tours par minute et donnant 1.000 chevaux, avec des cylindres de 470 millimètres de diamètre et 640 millimètres de course. Les dispositifs de commande et de renversement de marche adaptés à ces appareils fonctionnent bien. C'est ainsi que le moteur de la Nurnberg Gesellschaft, passe en 3 secondes de la pleine marche avant à la pleine marche arrière, et, de l'arrêt, les machines sont mises en pleine marche en 2 secondes 1/2.

Dans la discussion du Mémoire de l'auteur, M. Biles a montré cependant que des installations de turbines à vapeur, avec chaudières chauffées au pétrole, pèsent moins que les moteurs Diesel; c'est ainsi que, sur un torpilleur de haute mer, le poids de machinerie est d'environ 17 kilogrammes par cheval, tandis que, dans le cas d'un moteur Diesel de 1.000 chevaux, le poids par cheval est de 85 kilogrammes. A bord des vapeurs rapides traversant la Manche, les turbines et chaudières pèsent ensemble 81 kilogrammes environ par cheval.

Le plus grand navire à pétrole, dont on ait jusqu'à présent entrepris la construction, est un transport de 9.000 tonnes pour le compte de la ligne Hamburg-America. Il sera muni de moteur d'une puissance de 3.000 chevaux qui lui imprimeront une vitesse de 12,5 milles par henre.

Malgré le secret qui entoure la construction des navires de guerre, on sait que le croisseur allemand *Gœben*, qui entrera bientôt en escadre, disposera d'une puissance de 12.000 chevaux en moteurs à pétrole. En France, on prépare une escadrille de navires de guerre d'un type nouveau intermédiaire entre le contre-torpilleur et le sous-marin, qui receveront des moteurs à pétrole de 4.500 chevaux.

Durant les six derniers mois de 1911, 30 licences ont été demandées et accordées pour la construction de moteurs marins de grandes dimension du type Diesel. On entreprend déjà la fabrication de moteurs marins à pétrole d'une puissance de 30.000 chevaux.

Exemption de droits. — Notons enfin que les pétroles de Madagascar seront les premiers pétroles coloniaux venant sur le marché français. Bien que les recherches en Algérie et en Tunisie n'aient pas dit, — à mon avis, — leur dernier mot on n'y est pas arrivé encore à la période productive. On sait quels énormes droits frappent les pétroles et leurs dérivés à leur entrée en France. Théoriquement, nos pétroles coloniaux devraient en être exempts. Une douloureuse expérience, hélas, nous a prouvé que, pour les droits purement fiscaux, tels que ceux sur le café, le cacao, etc., nous n'avons pu obtenir que des dégrèvements partiels : il est probable qu'il en sera de même pour nos pétroles. Il est hors de doute qu'on leur conservera, vis-à-vis des pétroles étrangers, un avantage douanier qui facilitera à cette nouvelle industrie son entrée sur les marchés en concurrence avec les grands producteurs actuels : États-Unis, Russie, Indes hollandaises, Caucase, Galicie, etc.

Sel dans le Trias. — Les sondages de Folakara ainsi que celui d'Ankaramy ont rencontré de l'eau salée en cours de forage. M. Vuillaume la cite expressément dans son rapport de 1903. Il existe d'ailleurs un gisement de sel gemme reconnu et concédé à Berohora, sur le Mangoky, région de Vohingeza.

Cette formation saline se révèle à l'extérieur par des efflorescences qui, par un temps sec, recouvrent les environs immédiats ; par les temps humides ou de grandes pluies, de petites sources salées sourdent également d'une colline d'une altitude de 250 mètres environ, dominant la vallée du Mangoky.

Les indigènes de la région recueillent le sel répandu à la surface du sol et mélangé à du sable et autres impuretés, le soumettent à plusieurs lavages et traitent cette saumure par simple évaporation.

A l'heure actuelle, on ne possède encore que peu de renseignements sur l'importance de ce dépôt, dont l'origine paraît certainement être triasique : c'est d'ailleurs au contact du Trias et du Jurassique que ces gisements ont été signalés, et il ne serait point impossible dès lors que ces sources ne soient l'indice de masses souterraines plus ou moins importantes de sel gemme.

NAVIGATION ET TRANSPORTS SUR LES RIVIÈRES DE L'OUEST, TSIRIBIHINA ET MANAMBOLO

Les transports fluviaux sur ces deux petits fleuves sont encore à l'état d'enfance : ils présentent un grand intérêt pour le développement des affaires minières (or et pétrole) dans le Betsiriry et dans le Bongo-Lava. Les renseignements qui suivent, que j'ai recueillis sur place à des sources certaines, sont indispensables pour l'étude des affaires à créer dans cette région.

C'est dans ce but que je les ai résumés ici.

Navigation sur la Tsiribihina. — Le port à l'embouchure de la Tsiribihina porte le nom d'Ilot-Indien. C'est une rade, bien abritée, valant mieux au point de vue nautique que celle de Morondava, chef-lieu du cercle située à trois heures de navigation plus au sud.

Les navires de haute mer mouillent à 2 milles au large. Les boutres de 100 à 150 tonnes ainsi que les goélettes de ce tonnage entrent facilement en dedans de la barre.

De l'Ilot-Indien jusqu'à Bemeno, à la sortie des gorges que le fleuve

s'est péniblement tracé à travers les assises jurassiques du Bemahara, la marée se fait sentir, la navigation fluviale peut s'opérer en toute saison.

Distance de l'Ilot-Indien à Bemeno (trois jours de pirogues) : on compte 115 kilomètres.

Entre Bemeno et Beria, pas de route, on franchit 20 kilomètres de gorges encaissées.

De Beria à Miandrivazo (chemin demi-praticable), on compte 15 à 20 kilomètres, suivant les détours.

Total de la distance : 155 à 160 kilomètres.

Saison des pluies. — De décembre à avril, avec un tirant d'eau de $0^{m},80$, on monte aisément jusqu'à Miandrivazo, soit par chalands remorqués par une chaloupe à vapeur, soit à la cordelle.

Cette navigation a été couramment accomplie pendant la campagne contre les Sakalaves (1905) par la canonnière *l'Invincible*, à hélice, tirant 80 centimètres d'eau.

On a pu, dans cette période de grandes crues, remonter non seulement la Tsiribihina, mais aussi ses affluents : le Manandazo, la Mania, la Sakeny, ainsi qu'on le voit sur le schéma reproduit ci-contre (*fig.* 141).

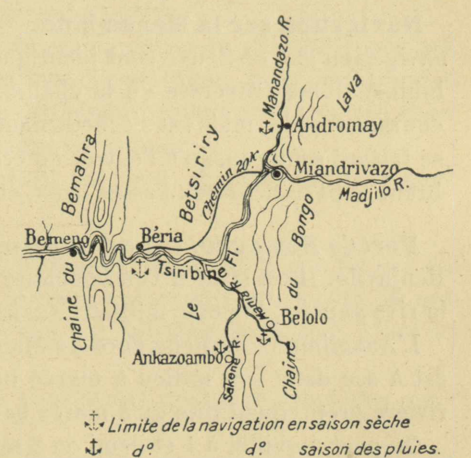


Fig. 141. — Limite de la navigation sur la Tsiribihina.

Un autre remorqueur à vapeur a remonté, pendant plusieurs voyages, des chalands en acier de 20 à 25 tonnes de portée (année 1901-1902).

Le *Capitaine-Flayelle*, canonnière actuellement en service à Majunga pour le compte de la Compagnie de batelage, a fait aussi cette navigation (années 1902 à 1905).

Il y a donc eu là un certain mouvement commercial actuellement bien diminué, puisqu'il ne se fait plus que par « mourlangues » (pirogues indigènes accouplées).

Saison sèche. — La navigation s'arrête à Béria (à 20 kilomètres en aval de Miandrivazo) et ne comporte pas plus de $0^{m},60$ de tirant d'eau. Elle pourrait admettre des bateaux à vapeur fluviaux ne dépassant pas ce calage. L'essai n'a pas été fait jusqu'à présent.

Dans les gorges pendant la traversée du Bemahara, il n'y a pas d'écueils proprement dits dans le courant. Ce sont les bancs de sable

qui encombrent le lit mineur de la rivière et qui la rendent innavigable par manque de fond dans le chenal.

Longueur de ces gorges, 8 kilomètres. C'est le seul endroit difficile. En aval des gorges, on circule dans des marécages, où la marée se fait sentir.

La population dans cette région littorale est dense (30 à 40.000 âmes), composée de Sakalaves relativement assez travailleurs produisant des pois du Cap, du manioc, un peu de riz, etc.

Tarifs. — Par mourlangues, le seul moyen de transport actuel, on paie 40 francs par voyage à la montée, qui comporte un chargement maximum de 300 kilogrammes, soit environ 133 francs la tonne, depuis l'Ilot-Indien jusqu'à Miandrivazo.

Par chalands remorqués, le prix tomberait au quart de ce chiffre.

Les frais de débarquement en rade, du steamer sur boutre et du boutre à terre — environ 10 francs par tonne — sont à ajouter, ainsi que le magasinage, s'il y en a eu à l'arrivée.

Total, faux frais compris, *150 francs la tonne* par les moyens actuels.

Navigation sur la Manambolo. — Les indications générales pour la navigation sur ce fleuve sont identiques à celles données pour la Tsiribihina. Même traversée de la chaîne du Bemahara, par des gorges à courant rapide, mais sans écueils dangereux (*fig.* 125 et 126 *bis*) ; marée se faisant sentir jusqu'à l'entrée de ces gorges; bancs de sable encombrant le lit mineur aux basses eaux, etc.

Port de Benjavilo. — Le port desservant cette voie fluviale se nomme Benjavilo. Il est situé à l'embouchure du Manambolo. Le village est sur la rive gauche, le poste militaire sur la rive droite.

L'Ankelimaro, branche nord du Manambolo, où il y a le plus de fond, est à sec dans son milieu à marée basse. On ne peut donc entrer en rivière proprement dite qu'à marée haute.

On peut mouiller à 1 et demi ou 2 milles au plus de la côte.

La marée remonte à 50 kilomètres de la mer.

Le *Beira*, qui est venu apporter le matériel de sondage de la M. O. D. C. (Madagascar Oil Development Company) a mouillé à 1 mille par 6 mètres de fond. C'est un vapeur de 600 tonneaux.

Des boutres de 100 tonnes entrent facilement jusqu'en face de Benjavilo-village et même plus haut.

Navigation par chalands. — On a construit à Benjavilo, en vue du transport du matériel de sondage de Folakara, avec la main-d'œuvre du pays, dix chalands en bois portant chacun 2.000 kilogrammes et tirant, tout chargés, $0^{m},30$.

Leur prix de revient moyen a été de 300 francs. Ils sont construits en

bois du pays, sauf les membrures. On pourrait même trouver ces dernières sur place. Le bois s'y trouve, en effet, en abondance.

Ces embarcations peuvent remonter toute l'année sauf pendant les grandes crues de décembre, janvier et février, à la perche (quatre hommes par embarcation) jusqu'à Ankavandra.

Durée du trajet. — Elles mettent dix-huit jours pour faire le trajet de la mer à Ankavandra et cinq jours pour descendre.

Tarif. — On paie 100 francs par chaland, soit 50 francs par tonne. A ce prix, il faut ajouter l'entretien annuel (calfatage, cordes, etc.) ci : 100 francs par an, pour six voyages. Au total, avec les faux frais, on arrive à un prix de revient de 60 francs par tonne.

Mourlangues. — Les mourlangues sont plus rapides, mais plus dangereuses que les chalands.

Même en temps de crues, les mourlangues montent en sept à huit jours de Benjavilo à Ankavandra.

Par basses eaux, ce trajet se fait en cinq jours.

Elles portent 500 kilogrammes au maximum et on paie 30 francs par couple de deux hommes, total 60 francs par tonne, pour les grandes mourlangues, mais elles sont rares. En général, il faut cinq hommes pour 1 tonne, soit par conséquent 75 francs par tonne.

Quand il y a du clapotis, ce qui est fréquent, ce mode de transport expose à des pertes.

Débarquements en rade. — C'est le point délicat, car il n'y a pas de boutres en permanence. Il faut à l'avance en recruter sur la côte, ce qui est facile, surtout à Morondava (vingt à vingt-cinq goélettes). C'est le port d'attache de ces caboteurs.

Pour du matériel lourd, il faut choisir des goélettes ayant des panneaux suffisants.

La difficulté, quand on transporte par le *Persépolis* (vapeur postal des M. M.), c'est que les mêmes goélettes qui ont servi pour débarquer à Morondava ne peuvent pas arriver à temps à Benjavilo, ce qui fait que le paquebot ne trouvant pas de moyens de débarquement à ce dernier mouillage, n'y dépose pas ses marchandises.

Il n'y a qu'une solution, c'est d'avoir deux ou trois boutres *à soi*, car on ne peut leur faire exécuter qu'un voyage par jour à cause de la marée et des vents qui sont contraires dans l'après-midi, et disposer en outre de remorqueurs comme les Allemands en ont sur leurs bossoirs de cargo-boats, qui font gagner tant de temps dans les opérations en rade.

CHAPITRE III

TERRAINS ÉRUPTIFS ET VOLCANIQUES

Les plus anciens explorateurs de l'Ile ont signalé les nombreux volcans éteints qui constituent le massif central de l'Ankaratra. Il aurait été difficile qu'il en fût autrement : dominant le plateau central de toute la masse importante de ses contreforts, parmi lesquels les plus hauts sommets, l'Ankafitra (2.557 m.), le Tsiafajavona (2.657 m.) ne sont dépassés à Madagascar que par le pic Tsaratanana, situé dans le nord de la colonie, qui dresse sa tête à 2.881 mètres d'altitude; la chaîne de l'Ankaratra joue, dans toute la partie centrale du plateau, un rôle de premier ordre.

Les terrains latéritiques qui en proviennent sont d'une fertilité proverbiale : ils ont fait, des environs de Bétafo notamment, un véritable grenier pour céréales, pommes de terre et autres produits agricoles de première nécessité. De nombreuses sources bicarbonatées sodiques ayant une composition et des qualités curatives égales à celles de Vichy complètent avec la chaîne des puys qui s'étend d'Antsirabé à Bétafo, la ressemblance frappante de cette région avec la chaîne des puys, de l'Auvergne, de la Limagne et de la vallée de l'Allier.

Je ne m'attarderai pas davantage à la description de cette chaîne, qui a été faite déjà par des savants autorisés et je m'attacherai plus spécialement dans ce chapitre à la description des terrains éruptifs de l'ouest, qui n'ont pas encore été décrits dans leur ensemble. Ils offrent un intérêt spécial par le fait qu'ayant traversé des terrains sédimentaires variés on a pu en déduire des dates-limites pour l'âge de ces éruptions ou tout au moins de certaines d'entre elles, ce qui n'avait pas été possible pour les terrains éruptifs qui se sont épanchés dans l'archéen seulement.

J'ai étudié déjà, dans la partie du chapitre I consacrée à mon étude sur les pierres précieuses, les roches éruptives du plateau central de Madagascar en tant que gisement primitif des pierres précieuses (voir p. 84). J'ajouterai que le même phénomène se retrouve sur plusieurs points dans l'ouest de la colonie.

C'est ainsi que des gisements de pierres précieuses, notamment de tourmalines, signalés depuis plusieurs années aux environs de Maevatanana, dans les vallées du Bélambo et de la Nandronjia, paraissent être en relation étroite avec les roches éruptives qu'on observe dans leur voisinage. Ce sont aussi, comme au Vontovorona, des rubis, des saphirs et des zircons qui prédominent. Les échantillons sont trop petits, d'une co-

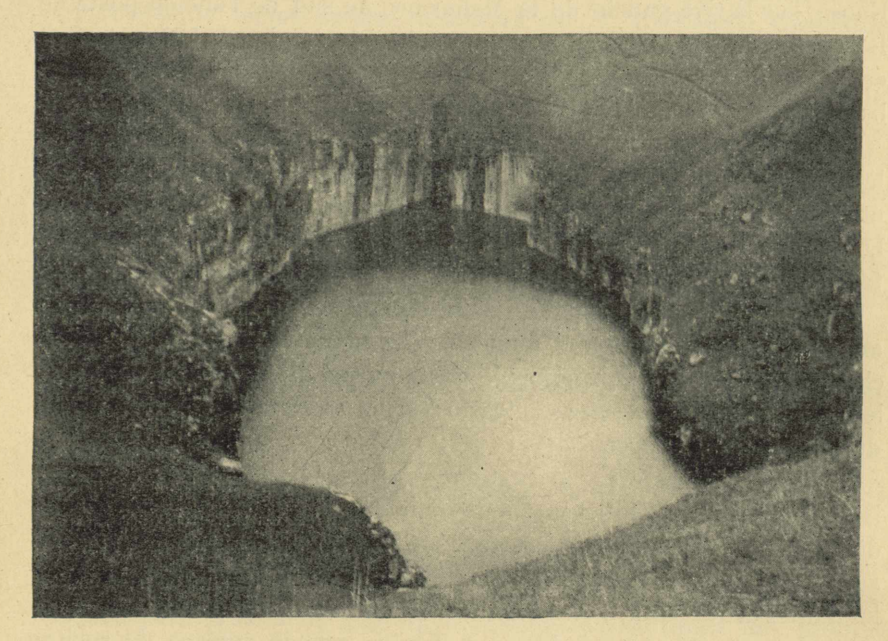


Fig. 142. — Le cratère du Tritrive, près de Bétafo.

loration trop foncée et presque toujours dépréciés par des tares, qui en rendent la vente impossible pour la joaillerie.

Sud de Maevatanana : Boéni et Ambongo. — Les premiers travaux sur les roches éruptives de cette région sont dûs à M. Gautier. Le capitaine Colcanap leur a consacré aussi un article publié après sa mort. On trouvera plus loin des détails plus complets sur ma reconnaissance des terrains éruptifs au sud du lac Kinkony, en relation avec les gîtes de cuivre natif qu'on y rencontre. On peut dire que toute la région envisagée a été le théâtre d'innombrables venues de coulées basaltiques, allant depuis le crétacé qu'elles recouvrent jusqu'à l'archéen. Le plus célèbre est le fameux « pont de Pierre » Antetez Ambato, situé entre Ambaliha et Ankilahila dont j'ai parlé à propos des terrains permiens (page 250) et qui est un bel exemple de fracture de 10 kilomètres de longueur formant dyke et barrant toute une vallée.

Les levés au 1/200.000, effectués en 1911 par M. le géomètre au service topographique Longuefosse (régions de Kandréo et d'Amposa) sont des documents très utiles à consulter pour le sujet qui nous occupe. Les appareils éruptifs, à la surface des grandes causses jurassiques, sont en si bon état de conservation, qu'ils font des saillies visibles à cette échelle déjà grande. On y reconnaît distinctement les masses volcaniques du Kaosa, sur la rive gauche de la Mahavavy, au sud de l'ancien poste de Bekodia, dressant leur couronne à une altitude de plus de 700 mètres et celles qui forment le Tsitondroïna (520 m.), sur la rive gauche de l'Iabohazo, tout près de l'ancien poste d'Ankirihitra.

Ce sont là les deux centres d'éruption les plus connus, tant à cause de leur situation élevée qui les fait reconnaître de loin que par les fractures étoilées qui ont accompagné les émissions, produisant des traînées de laves, qui s'étendent depuis les terrains crétacés jusqu'aux schistes cristallins de l'archéen.

Pourtant, à mon avis, ces émissions le cèdent, de beaucoup, comme ampleur des phénomènes et quantités des matières volcaniques épanchés, aux nappes éruptives qui s'étendent au sud du lac Kinkony, barrant le cours de la Mahavavy aux chutes du Zony et couvrant la majeure partie du crétacé dans le Boéni.

A l'ouest de Bokafara, reposant d'une part sur l'archéen dont un piton isolé, le pic d'Ambohitrosy, émerge sur une faible surface au milieu d'une mer de basalte, et d'autre part sur le trias et le crétacé suivant ses autres faces, apparaît une vaste formation éruptive dont M. Driez a fixé les limites et qui paraît s'étendre, sans discontinuité, sur plus de 500 kilomètres carrés. C'est probablement la plus grande surface de roches éruptives, d'un seul tenant, qui ait été reconnue jusqu'ici à Madagascar.

Citons encore, comme massifs volcaniques importants, les monts Masiakampy, sur les bords du Ranobé, en plein terrain triasique, qui s'alignent, en direction est-ouest, avec des massifs analogues situés sur la rive droite de ce fleuve (monts Antato, etc.).

Betsiriry. — En descendant plus au sud, les venues basaltiques restent encore très nombreuses jusqu'aux environs de Folakara, mais ce ne sont plus alors des éruptions avec émissions en nappes. Ce sont de simples dykes, variant comme épaisseur de quelques centimètres à un ou deux mètres, qui ne paraissent pas avoir dérangé beaucoup les grès et les marnes du trias de leur position à peu près horizontale. Faisons exception toutefois pour le massif montagneux de l'Ankaramena, à 16 kilomètres au nord de Folakara, qui est formé de basaltes dont les dykes rayonnants, principalement dans la direction nord-ouest sud-est parais-

sent former la dernière émission éruptive d'une certaine importance en descendant vers le sud.

Après avoir franchi le cours de Manambolomaty, les dykes basaltiques deviennent de plus en plus rares et disparaissent complètement au sud du parallèle de Miandrivazo. Ils reprennent plus bas, au-dessous de Bénéritra, au sud du Mangoky du sud, pour se relier probablement avec les roches de même nature reconnues par M. Guillaume Grandidier, au cours de son voyage dans le sud de la colonie.

Les roches syénitiques paraissent plutôt avoir affecté les terrains archéens. C'est ainsi qu'on en connaît près d'Ankilahila, sur les flancs du Bongo-Lava. A Maropapango, au nord du cercle de Maevatanana et à la limite du cristallin, on retrouve les mêmes basaltes, très altérés comme dans le Betsisiry.

D'ailleurs les roches basiques noires et vertes sont particulièrement abondantes aux environs même de Maevatanana. Sur le bord du Nandrojina, elles sont accompagnées de syénites à amphibole que le capitaine Colcanap considérait comme éruptives.

Ces roches basiques donnent fréquemment une certaine effervescence avec les acides.

Elles paraissent s'aligner avec le volcan d'Antongodrahoja situé à 80 kilomètres au nord-nord-est du pic d'Andriba, en plein archéen. Ce volcan est constitué par des basaltes à olivines.

Une remarque générale peut être faite en ce qui concerne les roches éruptives qui se sont fait jour à travers les calcaires des causses jurassiques. Non seulement leur appareil relativement intact fait protubérance sur le sol et ressort avec évidence des cartes topographiques, mais leur latérite qui est, comme je l'ai déjà dit, de couleur rouge vif, tranche sur le sol blanc ou faiblement jaunâtre des causses. Aussi est-il bien facile de déterminer, même de loin, la position des nappes de basalte à la surface de ces terrains.

Ces roches décomposées ont beaucoup contribué, surtout dans les endroits où l'eau ne fait pas entièrement défaut, à combattre l'aridité du sol calcaire en lui apportant les éléments qui lui faisaient défaut primitivement. Des bouquets de bois vigoureux signalent au voyageur le moins attentif l'existence de ces amendements éruptifs.

Région au nord de la Betsiboka. — ***Sud de la Loza.*** — Au sud de la Loza on trouve de nombreuses éruptions de basalte dans toute la région située à l'ouest de la ligne de collines marquée par le Marotoalana, l'Ankaramibé et le Manasamody ; en ce dernier point, la muraille basaltique, absolument à pic, domine de plus de 400 mètres la plaine où coule la Sofia.

A 2 ou 3 kilomètres au nord d'Antonibé, à l'ouest par conséquent de la baie de Narinda, on observe des basaltes à olivine et à basaltine, qu'accompagnent des laves celluleuses.

Ces basaltes offrent, en certains points, des enrichissements en sels de cuivre, des silicates colorés en vert on en bleu (jaspe vert poireau) qui rappellent, avec une intensité moins grande, les gisements du sud du lac Kinkony.

On y trouve encore des laves celluleuses, sortes de pierre ponce près de Bejofo. Des obsidiennes se rencontrent au village de Katsony, sur la rivière Mangoarivo.

Ces roches traversent toutes, très nettement, le crétacé inférieur, d'après les observations paléontologiques du capitaine Colcanap.

Dans la presqu'île d'Ankara et dans la région au sud de la Loza, on trouve en abondance, au milieu des basaltes épars sur le sol, du cristal de roche très limpide ou quelquefois coloré en violet (améthyste), des silicates colorés en vert ou en bleu par des sels de cuivre s'y rencontrent également en quantité. Certains échantillons pourraient peut-être avoir une utilisation en joaillerie.

Les roches éruptives de cette région traversent le crétacé inférieur et les nappes de basalte le recouvrent en plusieurs endroits, notamment dans la presqu'île d'Ankarafa et au sud de la Loza. Près de Mangoarivo, le capitaine Colcanap a ramassé un échantillon de calcaire métamorphisé au contact d'une roche syénitique, qui contenait une fougère du crétacé inférieur (*Sphenopteris Hartlebeni*). Cette constatation permet de considérer ces diverses roches éruptives comme certainement postérieures au crétacé inférieur.

Nord de la Loza — *Syénites de Maromandia.* — Les syénites couvrent une grande partie du nord du secteur de Maromandia, sous forme d'une longue traînée parallèle au grand axe de l'île. M. le professeur Lacroix, sur la vue des premiers échantillons recueillis par M. Vuillaume, a publié son ouvrage sur la *Province pétrographique de Pasavanda*, qui a épuisé le sujet au point de vue minéralogique. J'ai fait sur place un séjour assez prolongé dont j'ai rendu compte plus haut, à propos des pétrole d'Ankaramy, me bornant, en ce qui concerne les roches éruptives récentes, à me rendre compte de l'influence qu'elles pouvaient avoir eu sur les plissements des terrains sédimentaires et notamment du trias. La majeure partie de ces éruptions se présentent sur la route de Maromandia à Bejofo. Leur limite sud est marquée par le cours de l'Andronomalga, d'Ambinany à Maromandia.

Des coulées de roches basaltiques se sont également produites dans cette région, notamment sur la route de Bealanana à Bejofo.

Mon impression est que ces éruptions, qui se relient au nord au nœud orographique le plus élevé de Madagascar, au mont Tsaratanana (2 881 m.) ont été la cause du plissement des terrains permo-triasiques, liasiques, etc., de la presqu'île d'Ampasandava, causant ainsi l'anticlinal d'Ankaramy, décrit en détail au chapitre précédent.

Trachytes. — Ces roches éruptives s'étendent en nappes vastes, mais très superficielles ; de couleur généralement claire, on les suit dans la péninsule depuis la baie d'Ampasadava jusqu'à Rasama. On les retrouve avec le même caractère sur la route de Maromandia à Mahitsigana en gros blocs provenant d'un mamelon à proximité de la route. Le saut de l'Andranomalaza, au pied de la montagne calcaire de l'Angoramy (654 m.), est causé par un dyke de trachyte.

Région du Nord. — Avant d'atteindre le massif volcanique de la montagne d'Ambre et de Diégo-Suarez, j'ai étudié les roches éruptives qui se présentent dans le voisinage d'Andavakoëra. Elles forment dans le voisinage de ces mines d'or un alignement très net faisant avec la fracture principale un angle d'environ 30° (*fig.* 88). Des basaltes en dykes apparaissent aussi sur cet alignement, notamment au sein de la plaine schisteuse étudiée à propos de la tectonique de ces gisements (voir *suprà*, page 159).

La majeure partie de ces roches éruptives sort des syénites et des trachytes. Profondément altérées, leur couleur varie du brun noirâtre au jaune clair et au blanc rosé, suivant l'état de décomposition qu'elles atteignent.

J'ai déjà dit plus haut que leur influence sur la venue aurifère ne ressort pas de l'étude que j'ai faite. Leur épanchement paraît être très postérieur à la formation des filons de la région. On n'en trouve pas sur de nombreux placers : Ranomanofano, Ambatobé, Ankimadozo, qui sont identiques, géologiquement parlant, à ceux près desquels se sont produits ces épanchements des roches éruptives.

GISEMENTS DE CUIVRE DE L'AMBONGO

La distribution de mon temps m'a obligé à exécuter mon voyage dans l'Ambongo, province située au sud de Majunga, dans la plus mauvaise saison de l'année et, bien que notre expédition en soit revenue saine et sauve, je considérerais comme imprudent de la renouveler dans les mêmes conditions. Notre but était d'aller reconnaître les gisements de

cuivre natif qu'on nous disait exister au sud de la Kinkony, avec retour par la Besiboka et Maroway.

Itinéraire. — L'itinéraire jusqu'au lac Kinkony est connu et bien relevé, vu les nombreux postes administratifs qui se trouvent sur le littoral. Il n'en est plus de même quand on descend dans le sud de ce lac. On entre aussitôt dans un pays complètement inhabité et désert, ainsi que nous en avons fait la fâcheuse expérience : il faut vivre de sa chasse. Heureusement que le bœuf sauvage, — ou plus exactement devenu sauvage, — abonde.

Navigation sur le Mahavavy et sur le lac Kinkony. — Dans la saison des pluies que nous traversons actuellement, le niveau du lac Kinkony et des lacs avoisinants s'élève beaucoup. Ces sortes de lagunes servent de déversoir et de régulateur pour les eaux du fleuve Mahavavy. Les marécages augmentent démesurément et sont une cause de difficultés inouïes pour les communications. Pendant cette durée (novembre à avril), on peut venir en chaloupe à vapeur calant de $1^m,60$ à $1^m,80$ jusqu'au fond du lac, à Matokomony, village commerçant situé en face de l'ancien poste d'Analalava et où un négociant corse, qui nous a bien reçu, beau-frère de l'entrepreneur de la Cie de batelage de Majunga, fait un important commerce de riz.

La population sakalave est exclusivement agricole et refuse tous renseignements et toutes facilités aux vazahas investigateurs. Heureusement que nous sommes accompagnés par deux gardes indigènes qui en imposent un peu dans les rares villages que nous rencontrons.

Durée du voyage. — Deux grandes journées sont nécessaires pour aller de Majunga (traverser la veille du départ et coucher au Lazaret) à Analalava. Le premier jour on couche à Boéni (nuées de moustiques) et le lendemain (traverser la Mahavavy à Ambato), on va coucher à Analalava (dix heures de filanzane, ponts coupés par les crues, etc.).

A Analalava, on traverse la queue du lac (une heure quand on a beaucoup de bagages, comme c'est notre cas) et on aborde à Marokomy.

De là on suit le bord sud du lac. Dans cette saison c'est un marécage continu dans lequel on patauge sans cesse pour coucher à Ankoakala. Cette étape de 25 kilomètres sous le climat tropical et humide de la côte est, équivaut au double en Imerina.

D'Ankoakala nous prenons vers le sud pour gagner les gites de cuivre dits du Bédiaky, décrits par Gautier, Prince, Eudes, ces deux derniers décédés peu après leur retour. Les guides sont difficiles à se procurer et les itinéraires de nos prédécesseurs des plus sommaires.

Le voyage d'Ankoakala au gisement de cuivre sur la Bédiaky peut se faire en un jour, aisément, mais il n'y a pas d'abri sur place. De ces gîtes à Ambinda, une petite journée aussi, route de crêtes, peu tracée, mais assez facile.

D'Ambinda on vient à Maroway par Bekipay en trois ou quatre jours, suivant le temps que prennent en route les observations géologiques ou autres.

Total des journées de marche pour ce voyage : dix à douze jours, assez pénibles, surtout dans la saison où nous sommes.

Géologie. — Au nord de Kinkony, je n'ai vu que des sables alluvionnaires récents, puis des grès et des conglomérats ferrugineux crétacés ainsi que des calcaires crayeux à demi pourris en bancs ou plaquettes assez peu puissants, crétacés aussi. Le tout forme des plateaux peu élevés au-dessus de la mer, — 40 à 50 mètres au maximum, — penchant régulièrement de 10° vers l'ouest, à peu près comme les grès triasiques qui ne doivent pas être confondus, avec ceux-ci, bien que les uns et les autres présentent en surface de nombreux bois silicifiés. Ici, en outre, on peut noter beaucoup de concrétions de silice en agathes, calcédoines, opales, etc. qui ont une autre origine.

Toute la dépression marécageuse du Kinkony et de ses alentours est occupée par des alluvions avec dépôts vaseux ou sableux récents qui cachent complètement le sous-sol.

En plusieurs points, notamment aux environs d'Ambato, le sol est couvert de quantité de rognons, dépassant souvent le volume de la tête constitués par de nombreuses variétés de silice calcédonieuse concrétionnée : agathes, cornalines dont plusieurs sont du plus bel effet. Leur origine doit être attribuée à la décalcification des calcaires crétacés.

Cette décalcification se continue activement de nos jours ; nous en avons une preuve frappante en croisant un cours d'eau ayant dans cette saison 6 mètres de large et 0^{m},50 de profondeur à courant rapide, qui roule des eaux calcaires si incrustantes que les bois submergés, les brindilles et même les feuilles s'y pétrifient très rapidement.

On se rend aisément compte des quantités considérables de calcaire qui sont ainsi dissoutes et transportées à la mer. Aussi grottes et cavernes avec concrétions et stalactites sont-elles fréquentes dans la région notamment au lazaret qui est construit de l'autre côté de l'estuaire de la Betsiboka, vis-à-vis de la ville de Majunga.

Pour la même cause — facile dissolution des calcaires — on peut rapprocher les « pertes » des rivières, très fréquentes dans l'arrière-pays, notamment à l'ouest de Maevatanana. Mais il s'agit alors des grands causses jurassiques de l'Ikahavo et autres, qui ont été déjà décrits plus haut.

D'après la carte de l'état-major au 1/500.000, feuille de Maevatanana, il y a des cours souterrains nombreux dans la région au sud d'Ambrova.

L'affluent Tanda, qui se jette dans le Mahavavy, au poste de Sitampiky, coule sous terre pendant plusieurs kilomètres.

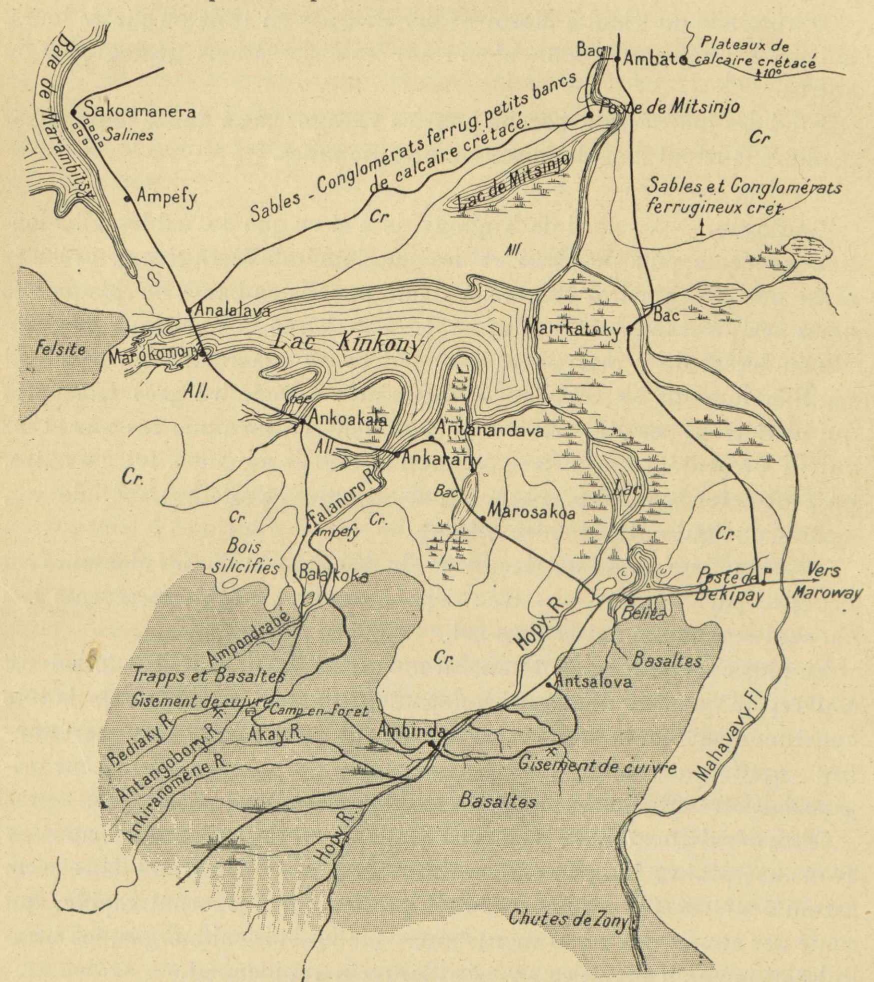


FIG. 143. — Itinéraire des gisements de cuivre au sud du lac Kinkony.

Il en est de même pour un autre affluent supérieur de la même Mahavavy, le Fondraka. Ce dernier a même la particularité de disparaître deux fois sous les calcaires dans le développement de son cours.

En outre, deux sources vauclusiennes alimentent cette rivière. Il est évident que de nombreux abîmes, dans le genre de ceux, si bien étudiés et analysés par M. Martel en Europe, donneront lieu ici à des travaux analogues, lorsque le pays sera plus facile à pénétrer qu'à présent. Des

phénomènes identiques se manifestent aussi dans le nord (baie de Passandava).

Sud du Kinkony. — Entre Matokomony et Ankoalaka, on est dans le diluviun récent avec sables et marnes alternants.

Dès qu'on gagne vers Ampahy au sud, le relief s'accentue et la végétation change. Aux interminables forêts de rôniers dans lesquelles circule la route littorale depuis notre départ de Majunga, succède une flore de légumineuses et de grandes euphorbiacées.

A la halte de Belalika, à 10 kilomètres environ au sud du lac, nous faisons une trouvaille intéressante sur le sol même de ce village, sous forme de divers débris de bois silicifié, ressemblant beaucoup aux bois fossiles du Betsiriry triasique, bien que nous soyons encore ici dans le crétacé inférieur.

Peu après, au 12e kilomètre, apparaissent, d'abord sous forme de dykes isolés, puis en masses continues, des roches éruptives vertes et brunes, décomposées en surface, formant une série de plateaux couverts de boquetaux.

Ce sont des roches basaltiques avec toutes leurs variétés et leurs nuances. Les effets de la décomposition superficielle par les agents atmosphériques ont été très divers en tant que coloration et nature du sol ainsi formé par la latérisation.

Dans les escarpements, éboulis, lits de rivières, partout en un mot où on peut observer la roche en place, ce sont des variétés de *trapps amygdaloïdes* avec nombreuses intrusions de zéolithes. (J'ai reconnu : harmotome, très fréquent, analcime, vavellite, mésotype, etc.) Parfois la roche passe à de véritables gabbros rappelant ceux de Toscane, associés aussi aux minerais de cuivre de Montecatini ; enfin, à l'arrivée au gisement de Bédiaky proprement dit, c'est le type basaltique pur, de couleur vert foncé, avec basaltine et peridot inclus qui prédomine.

En général, j'ai observé que les sommets des collines ou, pour mieux dire, des plateaux, sont formés de terre rouge accompagnée de beaucoup de petits grains de peroxyde de fer atteignant parfois la grosseur du poing ou de la tête, mais, la plupart du temps, de la dimension de petits pois : c'est de la latéritisation avancée.

Au-dessous vient, très souvent aussi, une terre jaune bariolée passant à des terres lie de vin. On en voit beaucoup aux environs d'Ambinda. J'ai observé que ces terres jaunes sont très souvent recoupées par des parties de couleur gris clair paraissant appartenir à un réseau postérieur ou à un phénomène de refroidissement. J'ai noté ce fait dans le voisinage du gîte du cuivre de Bediaky. C'est pourquoi j'ai jugé utile de le mentionné afin de voir si c'est là un caractère constant.

Parvenu à Ambinda, l'ensemble de la formation que j'avais parcourue jusqu'à ce point me donnait la preuve qu'il existait, au sud du lac Kinkony, une très vaste formation éruptive qui n'était signalée sur aucun des itinéraires précédents. Les basaltes doivent avoir ici une très grande épaisseur, car, sauf sur les bordures, on n'aperçoit pas le substratum sédimentaire dans les thalwegs, contrairement à ce que j'ai observé sur le plateau central, notamment dans les coulées de phonolite du Vontovorona. Il suffit de jeter les yeux sur la carte des phonolites reproduite aux figures 107 à 109 pour se rendre compte qu'au Vontovorona on voit partout dans les thalwegs des vallées le terrain cristallin sous-jacent, les nappes éruptives couronnant simplement les sommets, tandis que, dans la région au sud du lac Kinkony, les terrains recouverts n'apparaissent nulle part. Il s'agit donc, à surfaces recouvertes égales, d'un phénomène éruptif d'une intensité infiniment plus grande et plus générale.

D'après M. Perrier de la Bathie, que j'ai consulté à ce sujet, car son long séjour dans la région donne à ses avis une autorité indiscutable, ces basaltes auraient leur source dans une grande faille dirigée nord-sud, située à la source de l'Andranomavo et au delà de laquelle on retrouverait la succession ordinaire du Betsiriry, à savoir : les grès pétrolifères du trias et l'or de l'archéen.

Cette venue constitue en réalité le prolongement vers le nord des basaltes signalés par Gautier dans le Boéni et l'Ambongo, dont la fréquence faisait dire à ce sagace observateur que, dans cette région, il y avait plus de secondaire caché sous les basaltes que de visible à ciel ouvert.

Ces résultats rapprochés les uns des autres démontrent que le sud-est de Majunga, le Boéni et l'Ambongo renferment, indiscutablement, la plus grande tache d'éruptif qui puisse être tracée sur la carte géologique de la grande île.

D'après cette conception, les basaltes de l'ouest de Madagascar appartiendraient au crétacé moyen. On peut, en effet, grâce à des déterminations récentes, dater leur limite supérieure d'âge par cette considération qu'on trouve des galets de ces basaltes dans les couches à dinosauriens (grès à dinosauriens de M. Douvillé) bien classés par ce dernier dans la partie supérieure du crétacé moyen.

D'autre part, j'ai constaté que ces basaltes recouvraient, près du village de Belakoja, les couches à bois silicifié du crétacé inférieur. Cette détermination fixe donc à la fin de la période précrétacée l'émission des basaltes qui couvrent le sud du lac Kinkony.

Les basaltes forment la barre qui traverse le Mahavavy aux importantes chutes du Zony.

A cet endroit, diverses recherches pour cuivre, effectuées il y a quelques années, ont attiré mon attention. C'est ainsi que quelques travaux de prospection ont été exécutés par M. Perrier de la Bathie, en 1904. Il n'a pas continué, à cause de la discontinuité des enrichissements cuprifères sur les points d'attaque par lui choisis et aussi à cause des difficultés locales de travail et de ravitaillement par un prospecteur isolé travaillant avec des moyens restreints ; ses travaux ont porté sur les deux rives de la Mahavavy.

Cet ensemble de faits constitue, avec nos propres prospections, un nombre déjà respectable de points sur lesquels la présence du cuivre est officiellement constatée au sein de ces basaltes du sud de Kinkony.

Description des gîtes. — Ces considérations générales posées, voici des indications précises sur la position des gîtes par nous reconnus, ainsi qu'une description des minerais rencontrés :

Gisement de la Bediaky, dit du Tongobory. — Ce gîte, décrit assez sommairement par mes prédécesseurs, est situé à 800 mètres envi-

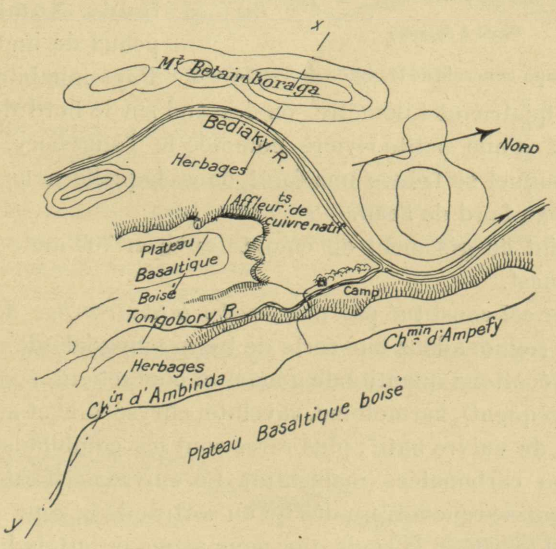


Fig. 144. — Plan du gisement de cuivre de la Bédéaky.

ron de la rivière Bediaky, sur la rive droite de ce cours d'eau, qui change de nom sur son cours inférieur et qui devient le Falanoro ; il se jette dans le lac Kinkony, au village d'Ankarany.

Comme on le voit sur l'itinéraire indiqué sur la carte géologique de la région (*fig.* 143), nous sommes partis du village d'Ankoakala, en suivant la crête divisoire entre les rivièresd'Ankoakala et duFanaloro, pour

descendre au bord de cette dernière au village d'Ampefy (8 kilom.).

Il n'y a plus eu alors qu'à remonter la vallée. Les principaux points sont, d'après l'itinéraire, au 1/100.000 (carnet de poche n° 2, p. 144) :

Km. 19, Village des gardiens de bœufs à Belakoja ;
— 12, Commencement des trappes et basaltes ;
— 15, Affluent Ampanzabé ;
— 23, Traversée de la Bediaky ;
— 24, Camp de Tongobory ;
— 25, Gisement de cuivre.

Toutes ces distances sont comptées depuis Ankiolaka, c'est-à-dire du lac Kinkony.

A partir du douzième kilomètre tout le pays est uniformément couvert de basalte formant des collines plates découpées par l'érosion ; latérite rouge sang transformée en une terre légère, d'aspect velouté et fertile. Bois et bocages alternant avec pâturages. Grands arbres dans les fonds. Nombreux troupeaux de bœufs sauvages. Pays inhabité.

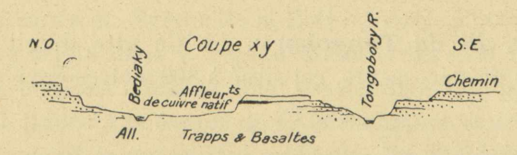


Fig. 145.— Coupe générale de la région de Tongobory

Au vingt-quatrième kilomètre, on descend sur le bord de la Bediaky, au confluent d'une petite rivière nommée le Tongobory, près de l'embouchure duquel se trouve une forêt dans laquelle nous avons établi notre camp au bord de l'eau.

De ce point au gisement on compte environ 700 mètres : direction ouest-sud-ouest.

Ce dernier est constitué par une *couche interstratifiée* de cuivre natif en grains et rognons dans une sorte de trapp amygdaloïde. En peu d'instants nous récoltons quantité de géodes et concrétions contenant : analcime (très fréquent), harmotome, vavellite, chrysocolle et autres produits d'oxydation du cuivre natif ; plus rares sont les combinaisons silicatées (dioptase) ou carbonatées (malachite). Le cuivre natif est évidemment le minerai qui se rencontrera dès qu'on sortira de la zone purement superficielle et oxydée, la seule que nous ayons pu atteindre pendant la durée de notre séjour avec les moyens d'attaque dont nous disposions.

Il y a certaines présomptions pour que le gîte originaire soit du minerai sulfuré de cuivre, le métal natif serait alors le résultat d'actions secondaires dans lesquelles la précipitation de cuivre a été le résultat de phénomènes électro-chimiques (*fig.* 145).

Une raison à l'appui de cette manière de voir consiste dans la présence de l'argent natif dans la formation métallique de Tongobory, ce dépôt

de métal précieux corroborant la précipitation électro-chimique. Cette question sera d'ailleurs résolue par les travaux des prospecteurs dès qu'ils auront atteint une certaine profondeur.

Le cuivre natif est fréquemment enrobé dans du chrysocolle d'un beau vert pomme ; souvent le métal natif est remplacé par de la cuprite à beaux reflets rougeâtres, à éclat gras, caractéristique.

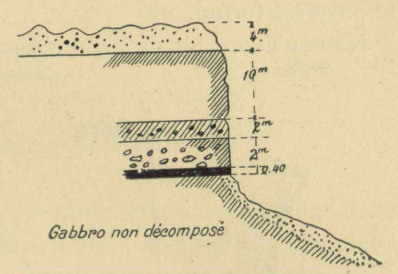


FIG. 146. — Coupe du gîte de Tongobory.

Nous avons trouvé de très nombreux morceaux de cuivre natif pesant 12 à 15 grammes, un de 50 et un de 200 grammes. Celui de 50 grammes, enchâssé dans une véritable gaine de chrysocolle, est des plus curieux et intéressant.

La puissance de cette couche métallifère est de $0^m,20$ à $0^m,40$; elle s'étend en direction sur environ 100 mètres de long. Au delà, on perd sa trace, bien que sa position soit facile à repérer. Voici, en effet, en marge la succession des couches avoisinant celle de cuivre (*fig.* 146).

Terre rouge veloutée des plateaux, latérite des basaltes sous jacentes	4 mètres
Basalte compact vert foncé	10 —
— vacuolaire	2 —
Gabbro, ou trapp, lie de vin, nombreuses zéolithes.	2 —
Couche cuprifère (même roche encaissante)	0,40

Couche terreuse lie de vin ou grise, parfois jaune ou blanche entrecoupée de damiers pentagonaux, formant talus.

Le sol de la plaine est une latérite de basalte.

Gisement de l'Ambatomainty. — Ce gîte, tout à fait semblable au précédent, se trouve, à vol d'oiseau, à 30 kilomètres de Tongobory, au



FIG. 147. — Coupe d'ensemble du gisement de cuivre de l'Ambatomainty.

nord-est et à deux heures environ en filanzane du village d'Ambinda, sur la rive droite de la rivière Hopy, laquelle se jette aussi dans des marécages aboutissant, en dernière analyse, au lac Kinkony.

Même pays que celui ci-dessus décrit en tant que végétation et orographie. Quant à la constitution géologique, elle est identique aussi, car on

ne quitte pas un instant les basaltes, trapps et dérivés, quand on se rend du premier gisement décrit à celui dont je vais parler à présent.

Avant d'arriver au plateau profondément découpé sur lequel on a trouvé le cuivre, la route passe entre deux petits lacs circulaires qui me paraissent constituer les restes de cratères d'émission des basaltes dont le pays est formé.

Nous n'avons pu être guidés qu'imparfaitement par un Hova que nous

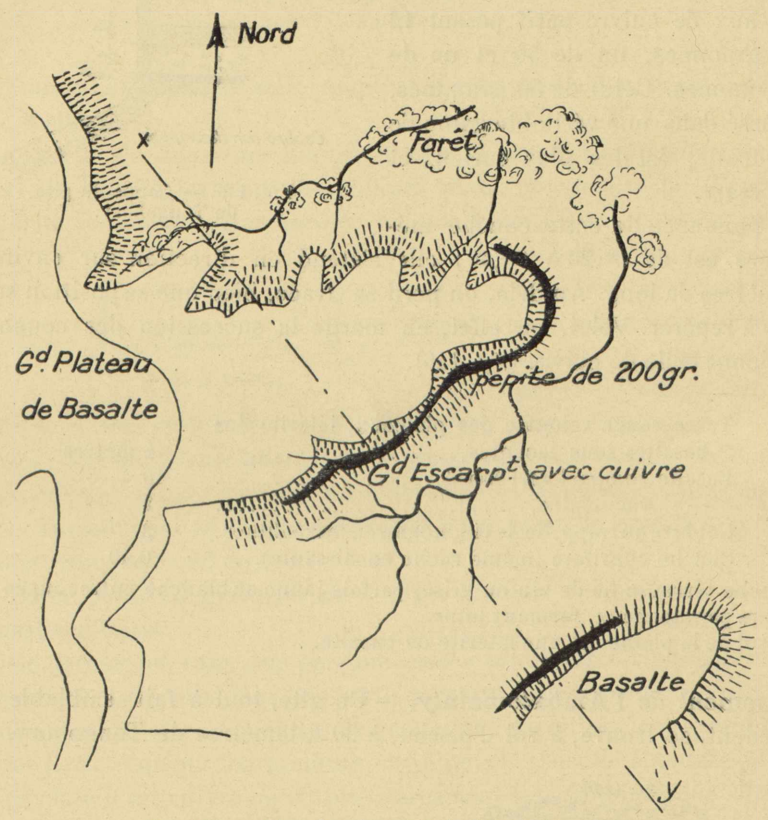


Fig. 148. — Plan du gisement de l'Ambatomainty.

avait donné le vieux chef d'Ambinda car les Sakalaves se sont constamment refusés, sans menaces, par simple inertie ou ignorance simulée, à nous conduire sur les gîtes de cuivre, prélude à leurs yeux d'une occupation plus effective par les vazahas, avec tous les inconvénients résultant de ce voisinage : disparition des bœufs sauvages, nécessité de travailler un peu, recensement pour l'impôt, etc.

Je suis persuadé que nombre d'autres endroits connus d'eux restent ignorés par suite non pas d'hostilité, car la pacification est complète,

mais de mauvaise volonté, mélangée surtout de crainte de nouveaux impôts. L'impôt de capitation est cependant très modéré chez les Sakalaves (la « carte » est de 16 francs par an), mais, à leurs yeux, comme

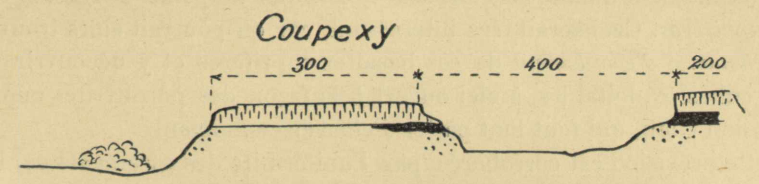


Fig. 149. — Coupe en travers du gisement.

cette dépense n'a aucune contre-partie tangible, elle n'offre aucun intérêt, et tout ce qui peut avoir pour résultat de la faire disparaître ou remettre à plus tard est désirable et bon.

Somme toute, le même raisonnement que nous ferions à leur place si nous avions la même mentalité et la même absence de besoins qu'eux.

Les conditions géologiques du gisement sont identiques à celles de Tongobory, ainsi que le prouve clairement le croquis de détail en marge (*fig.* 148). Les zéolithes y sont très communes et constituent décidément, avec l'aspect vacuolaire des roches, des satellites de cuivre qui ne trompent pas. C'est dans ce gisement que nous avons trouvé, à la surface du sol, un morceau de 200 grammes ayant l'aspect d'un pied antique.

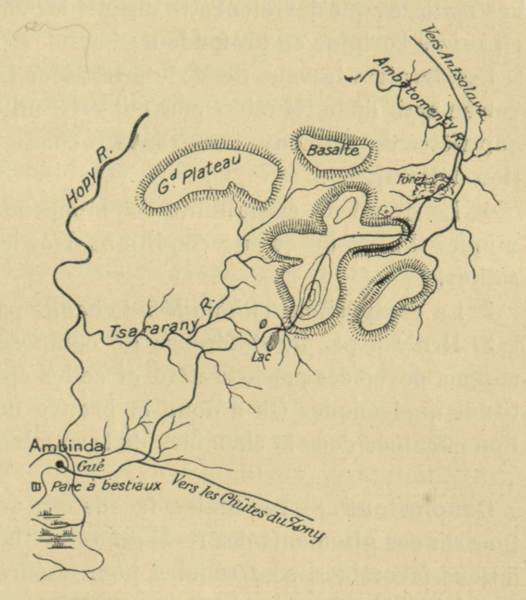


Fig. 150. — Itinéraire d'Ambinda aux gisements.

Les affleurements se présentent sous forme d'une couche horizontale continue sur environ 200 mètres de longueur.

Autres gîtes. — Les environs des chutes de Zony, au sud des travaux décrits plus haut (Prospection P. de la Bathie), sont occupés aussi par des basaltes et ont été récemment piquetés pour cuivre, mais jusqu'ici aucun travail de découverte n'a été tenté.

Prévisions d'avenir. — Pour être fixé sur l'importance industrielle de ces gisements, il faudrait savoir tout d'abord si ces nombreux affleurements de cuivre dépendent d'*un seul niveau d'éruption*, autrement dit, si, à un moment donné, *tous les basaltes émis par les points d'émission ont été cuprifères*. Ceci serait très intéressant, car on pourrait alors trouver des *chenaux d'écoulement* de ces basaltes cuprifères et y découvrir de gros cubes exploitables, à ciel ouvert à la façon des porphyrites cuprifères de l'Utah, qui font tant parler d'elles en ce moment.

Cette prévision est corroborée par l'uniformité des gisements sur les deux points, assez éloignés cependant l'un de l'autre, que je viens de décrire ; abondance dans l'un et dans l'autre de zéolithes variées et aussi de la même roche trappéenne caverneuse, caractéristique, au-dessus des talus de terres découpées, lie de vin ou grises.

Une autre hypothèse consiste à attribuer ces minéralisations à une série d'éruptions locales. Alors ce serait du côté du centre d'émission de ces matières que devraient être dirigés les efforts des prospecteurs, pour en suivre l'origine en profondeur.

Les derniers travaux de M. le professeur Lacroix sur les éruptions du volcan actif de la Réunion peuvent être utilement appliqués aux gîtes cuprifères du Kinkony. Ce savant a reconnu en effet que dans une éruption déterminée :

1° Le degré de cristallinité est indépendant de la composition chimique, il n'est lié qu'aux conditions dans lesquelles s'opère la cristallisation ;

2° La composition chimique ne change pas au cours d'une éruption ;

3° Il n'y a pas de différence de composition entre les portions du magma déversées par le cratère et celles épanchées par des fentes d'altitude quelconque. On a donc la preuve qu'il n'y a pas de différenciation effectuée dans la cheminée de la montagne volcanique.

Conclusions. — De toutes façons il y aurait un réel intérêt à effectuer sur ces gisements des recherches méthodiques, car toutes les conditions favorables sont réunies pour assurer une exploitation à bon marché, si le minerai existe en quantité payante : facilité des ressources locales, proximité de la mer, grandes chutes d'eau à peu de distance, minerai très facile à traiter et formule à la mode : carrières de minerais pauvres de cuivre se prêtant bien au traitement par grandes masses, à bas prix.

CHAPITRE IV

MAIN-D'ŒUVRE EN LÉGISLATION MINIÈRE

I. — MAIN-D'ŒUVRE

Considérations générales.— Les exploitations minières à Madagascar n'échappent pas à l'écueil que rencontrent toutes les branches du développement industriel, ou agricole de la colonie, à savoir : la pénurie de main-d'œuvre, dûe elle-même à la faible densité de la population. Sur un territoire notablement plus grand que la France, deux millions huit cent mille habitants à peine existent et, sur ce faible total, moins de la moitié peut être considérée comme pouvant fournir petit à petit une main-d'œuvre réellement utile. Les races Sakalaves de l'ouest n'entreront en tout cas en ligne de compte que dans un avenir trop lointain pour qu'on puisse en estimer la valeur future. Ce sera l'œuvre du temps.

Cette question de main-d'œuvre constitue en réalité le problème capital à résoudre à Madagascar. La crainte de sa raréfaction chez les particuliers par suite de l'ouverture de grands chantiers de travaux publics et la crise intense qui en résulterait pour les producteurs sont des raisons toute-puissantes pour ne pas adopter une politique d'emprunts et de développement rapide des voies de communication, si urgents que soient ces travaux de première utilité. La preuve en a été faite lors de la construction de la route de la côte à Tananarive, que d'impérieux besoins politiques et militaires imposaient comme corvée; puis est venu le chemin de fer qui a absorbé et au delà toute la main-d'œuvre disponible de l'île. On en conserve encore le souvenir cuisant. En réalité, pour qui étudie sans parti pris et avec l'unique souci des possibilités pratiques la façon dont doit être envisagé le développement de Madagascar, on revient toujours à cette conception d'une colonie ayant, heureusement pour elle, des possibilités, — on peut même dire, preuves en main, des certitudes — de prospérité dans toutes les branches : agricoles, industrielles et minières, mais des certitudes tempérées par l'impossibilité d'un développement subit et intensif, faute de bras.

C'est là, il faut en convenir, une situation, qui, si elle met Madagascar à l'abri des crises toujours à redouter dans les pays à monocultures, oblige par contre ceux qui président aux destinées de la colonie à une grande prudence pour proportionner les efforts aux moyens financiers et aussi aux moyens de main-d'œuvre. Et pourtant, d'autre part, il ne faut pas se laisser distancer ou se laisser surprendre par le développement commercial ou industriel ou minier ; ce serait, à mon avis, une grave faute si, en présence des résultats rapidement croissants des exportations, on ne secondait pas cette manifestation si intéressante par de nouvelles facilités de communication et autres. C'est dans le choix judicieux des travaux les plus urgents, en envisageant uniquement les intérêts généraux qu'ils sont appelés à desservir que M. le Gouverneur général, en arrêtant avec indépendance et fermeté son plan d'ensemble, rend à la colonie qu'il dirige les grands services dont elle lui donne chaque jour des signes unanimes de reconnaissance.

Pour assurer aux industries malgaches, et en particulier aux mines, une main-d'œuvre suffisante, comme quantité et comme qualité, il ne suffit pas d'une mesure. Le problème est trop complexe, touche à trop de fibres intimes de la vie sociale pour tenir dans une formule; ce n'est pas trop des efforts concordants, aussi bien des employeurs que des employés, secondés les uns et les autres par une autorité ayant un but bien arrêté d'améliorer d'abord, résoudre ensuite, cet angoissant problème.

A. — AMÉLIORATION DES RENDEMENTS

I. **Organisation du travail.** — Je vais indiquer les divers ordres d'idées dans lesquels il me semble que les premiers progrès, d'ordre purement technique, indépendants par conséquent des mesures de nature différentes qui pourront êt reprises en même temps, peuvent être réalisés. Il suffit de feuilleter les nombreuses monographies de placers que j'ai insérées dans le chapitre premier de cet ouvrage pour en voir ressortir un fait évident : l'ouvrier orpailleur malgache a un *rendement inférieur à tous ceux que j'ai constatés dans mes voyages dans les pays aurifères les plus divers*. Cela tient à deux causes :

La plus grave, celle qui sera la plus difficile à déraciner, c'est la méthode de travail des ouvriers malgaches : leur habitude de considérer le gain d'orpailleur comme un en-cas et de s'abstenir de tout travail ou de faire quelques batées, suivant leur bon plaisir.

J'ai pu constater heureusement que sur plusieurs placers, bien diri-

gés, une certaine discipline s'était établie déjà, discipline sans contrainte même morale, mais que de bons chefs de tobys, secondés par une administration désireuse de voir progresser le bien-être des indigènes par le travail, peuvent facilement arriver à établir. Évidemment cela exige de la part des employeurs d'autres efforts que celui de peser et payer une fois par semaine l'or apporté par les ouvriers ; mais, nécessité fait loi, et il n'y a rien d'extraordinaire ni de blâmable en soi à ce que les orpailleurs aillent de préférence travailler sur les placers où ils sont le mieux traités et entourés.

En pratique, j'ai surtout constaté des désertions sur les placers pauvres en faveur de ceux qui possèdent une teneur moyenne plus forte ou, surtout, en faveur des exploitations consistant à extraire et à piler des quartz riches à or visible provenant d'une tête de filon.

Ces gites privilégiés attirent à cent lieues à la ronde des multitudes d'orpailleurs en quête du gros lot relatif. Ceci est un mal, à la fois nécessaire et inéluctable : nécessaire parce qu'il entretient l'espoir tenace de faire fortune, espoir qui, mieux que les plus astucieux recruteurs, amène les foules à l'orpaillage ; inéluctable parce qu'il n'y a pas de raison pour que ces travailleurs obéissant comme nous tous à la loi du moindre effort ne quittent des alluvions médiocres pour chercher ailleurs de meilleurs chantiers.

Reste la méthode de travail : l'emploi des sluices est un progrès qui, jusqu'ici, n'a guère réussi à Madagascar; il est pourtant indéniable. La batée comme unique instrument de travail n'existe que sur le continent africain et à Madagascar. Toutefois, pour cette dernière colonie, le lakatany, universellement employé par les indigènes, est déja un acheminement vers le sluice dont il contient, en germe, les principes. Je ne voudrais décourager ni critiquer personne, mais ce que je puis dire c'est que je n'ai vu qu'un seul sluice, sur l'ensemble des placers que j'ai visités, qui fût installé dans des conditions convenables. Tous les autres péchaient par des erreurs grossières, principalement : insuffisance d'eau, trop de pente, riffles informes, pas d'*under-currents* etc.

La plupart des mines à grand rendement, qui pourraient se payer des agents compétents et expérimentés, ayant déjà lavé au sluice dans d'autres pays ou dans la colonie, tirent la majorité ou même la totalité de leur production du pilage de quartz riches (Andavakoëra, Betsiriry). Ces affaires ne sont pas intéressées à l'emploi de moyens autres que la batée, puisqu'en réalité elles ne traitent pas des alluvions.

D'autre part les petits exploitants, si nombreux et si intéressants, sont pour la très grande majorité des Français, ayant trouvé le pays bon à habiter après la conquête, — ce en quoi ils ont eu grandement raison, car, somme toute, ils s'y font une place honorable, — et s'étant mis dans

les mines d'or, parce que cela ne demandait aucune mise de fonds préalable.

C'est à eux que s'adresse le guide que j'ai récemment rédigé : je compte sur les conseils pratiques que ma longue expérience des affaires aurifères alluvionnaires ou filoniennes m'a suggérés pour contribuer à l'évolution vers le progrès qu'il est indispensable de réaliser pour parer au déficit de main-d'œuvre. J'ai cité nombre de cas — surtout dans la circonscription de l'est — où des travaux intelligemment conçus (assèchement de lits de rivières, sautage des barrages de roches, amenée de l'eau en hauteur, etc.) ont conduit à des bénéfices certains et importants. On peut beaucoup espérer de prospecteurs qui, guidés jusqu'ici par leur simple bon sens, ont su réaliser déjà de pareils progrès techniques.

Il me paraît probable que l'introduction des nouvelles méthodes de travail sera plus facile, au moins dans les débuts, avec de la main d'œuvre des antaimoros indigènes venant de la province de Farafangana qu'avec celle des orpailleurs de métier qui sont pour la plupart des Hovas ou des métis de Hovas. Ces derniers ont un penchant irrésistible pour leur système de petits tâcherons travaillant à la batée où et quand ils le veulent, conservant ainsi la faculté de vaquer à d'autres occupations et de limiter leur effort à leurs besoins immédiats.

Ce n'est pas en effet le principe du travail à la tâche qui leur répugne, car le procédé actuel d'achat de l'or est en réalité une des multiples formes du travail à la tâche, et il faut conserver avec soin ce principe fécond du travail aux pièces, qui met entre les mains de l'ouvrier le moyen d'améliorer son salaire par son propre effort. Il faut seulement en modifier l'assiette et lui faire adopter, comme base d'appréciation et de rémunération de son travail : des brouettes roulées, des cubes de déblais abattus ou chargés, au lieu de grammes et de décigrammes d'or pesés sur la balance.

Il est évident que les opérations de piochage et de transport des alluvions sont un travail moins délicat que le lavage à la batée et qu'on peut y former les hommes les plus obtus au point de vue intellectuel. C'est pourquoi j'estime qu'il est préférable de s'adresser aux antaimoros plutôt qu'aux orpailleurs hovas par la création des premières équipes de laveurs d'or au moyen de sluices.

II. **Organisation syndicale ; Congrès.** — La création de la Chambre des mines de Madagascar, appuyée sur les syndicats de mineurs organisés dans les principales circonscriptions minières, constitue déjà un puissant moyen d'union, d'informations professionnelles et de défense, dont le Congrès de Tananarive de février 1911 a été une manifestation éclatante, démontrant la vitalité de l'industrie minière malgache, cepen-

dant bien récente. D'après les relevés faits par le Service des Mines, il existe en ce moment à Madagascar :

Prospecteurs ou exploitants de mines d'or (particuliers ou Sociétés), les particuliers constituant l'immense majorité..........	500
Prospecteurs ou exploitants de mines communes..........................	116
TOTAL..........................	616 intéressés.

Au point de vue de la nationalité les 616 personnes ou sociétés se répartissent comme suit :

Français..	487
Anglais..	81
Grecs..	18
Allemands..	7
Arméniens..	5
Italiens..	3
Suisses..	3
Norvégiens..	2
Autrichiens..	2
Luxembourgeois..	1
Polonais..	1
Hollandais..	1
Malgaches..	5
	616

Évidemment une manifestation spontané et légitime comme celle du Congrès de Tananarive, émanant d'un corps professionnel aussi considérable ne pouvait être que bien accueillie par M. le Gouverneur général, au moment où des modifications reconnues indispensables à la législation minière sont en cours de préparation.

Il serait injuste de ne pas associer à ce mouvement de l'opinion publique en faveur des mines de Madagascar, le Congrès de l'Afrique orientale qui s'est tenu à Paris, en octobre 1911, sous les auspices de l'Union Coloniale. Cette réunion a eu une très mauvaise presse à Madagascar ; l'impression a été heureusement toute autre dans l'opinion métropolitaine. En tout cas, le Gouverneur général a eu la déférence d'attendre, pour pousser les travaux de la commission mixte chargée d'élaborer les nouveaux textes miniers, d'avoir en communication officielle des vœux émis par l'une et l'autre de ces assemblées.

Ayant fait partie des deux Congrès, je puis parler sans parti pris de leurs vœux respectifs : ils tendent aux mêmes fins et sont souvent rédigés dans des termes identiques. On a donc pleinement rendu justice à

la compétence autant qu'à la modération des congressistes de Tananarive, mais le Congrès de Paris a eu l'avantage, d'une répercussion directe sur l'opinion publique en France, et c'est sur cette opinion que se baseront les décisions à prendre lorsque le texte de la commission mixte arrivera au ministère des Colonies. En un mot, le Congrès de Tananarive a été incomparablement plus compétent au point de vue technique et pratique que le Congrès de l'Afrique orientale, dans lequel les mines ne constituaient qu'une section, mais ce dernier a eu et aura sur l'opinion publique et sur les pouvoirs publics en France une influence que les congressistes de Tananarive, par le simple fait de leur éloignement de la métropole, ne pouvaient pas posséder au même degré.

Je renvoie à la fin de ce chapitre l'examen des questions les plus importantes relatives à la législation minière de Madagascar, qui ont été l'objet des vœux des deux Congrès et je reviens à la question main-d'œuvre.

III. **Éloge du travail.** — Je touche ici, le point capital, sans lequel la plupart des autres mesures préconisées sont ou seront vaines. Je veux parler de la façon dont doit être entendue et expliquée aux indigènes la *liberté du travail*. Malheureusement dès qu'on touche à ce sujet, on se heurte à des opinions préconçues ou au soupçon de vouloir rétablir sous une forme déguisée l'exploitation de l'homme par l'homme ou la contrainte au travail de certaines races humaines.

Je suis peut-être, cependant, parmi les hommes de ma génération ayant eu à diriger de grands chantiers miniers, un de ceux qui ont été le mieux à même d'apprécier la médiocrité du travail forcé.

Encore enfant, j'accompagnais mon père dans les salines qu'il exploitait à Cagliari, en Sardaigne. Ces établissements appartenaient à l'État italien qui y avait installé un bagne. On y faisait un gaspillage insensé de main-d'œuvre. Le chiffre des ouvriers était toujours un nombre pair : rouler une brouette : 2 hommes ; porter le paletot du patron : 2 hommes, un pour le paletot, un pour le boulet et la chaîne qui réunissait les deux copains. Mon père eut vite fait de balayer tout ça et s'en trouva bien.

Plus tard, entré dans la vie, j'ai, comme Directeur général, organisé des affaires de nickel à la Nouvelle-Calédonie : nous avions de grands contrats avec l'administration pénitentiaire, pour plusieurs milliers d'hommes, et je consacrai deux ans de ma vie à essayer d'en tirer parti par un système de primes aux hommes sans lequel on n'obtenait rien. Nous n'eûmes la paix qu'après les avoir remplacés par des Chinois et postérieurement, par des Japonais.

En Sibérie, sur les mines d'or, à la Guyane française pour la même industrie j'ai retrouvé les mêmes déchets sociaux, toujours avec les mêmes résultats négatifs. Il faut voir d'ailleurs l'ensemble touchant avec lequel

les gouverneurs de nos diverses colonies, non empoisonnées par le bagne, repoussent les offres qui leur sont faites, même gratuitement, par le Département d'une « main-d'œuvre dans laquelle il est facile de trouver des ouvriers d'art qui sont si rares et si précieux aux colonies. » On a même réuni, en un volume, devenu introuvable, toutes les réponses des gouverneurs de colonies à ces alléchantes offres du Département. La plupart, sous la forme impeccable et irréprochable du style administratif, sont des chefs-d'œuvre de fine ironie, saupoudrée de septicisme.

Je suis donc, en ne consultant que mon intérêt direct de mineur pratique, et laissant de côté toute profession de foi qui ne serait pas à sa place ici, partisan convaincu du travail payé et *payé à sa valeur*. En toute occasion je cherche avant tout et je prêche à mes collègues l'*abaissement du prix de revient*, et je me félicite quand, par suite de progrès dans les méthodes ou d'utilisation plus judicieuse de la main-d'œuvre, cet abaissement permet un *relèvement des salaires*.

Le Congrès minier de Tananarive a manifesté clairement ses vues à cet égard en adoptant à l'unanimité le vœu significatif suivant :

« Que l'administration, au lieu de déclarer aux indigènes qu'ils sont libres de ne pas travailler, leur fasse dire et répéter, par tous les moyens possibles, que le travail est une obligation morale et les pousse ainsi à le rechercher d'eux-mêmes. »

C'est dans cet ordre d'idées que je comprends l'éloge du travail à prêcher aux indigènes. Ceux-ci flairent rapidement la cause profonde des choses et sous le palabre (Kabary) plus ou moins éloquent du chef avec lequel ils sont directement en contact ils sentent de quel côté souffle le vent en haut lieu.

Or, autant la liberté du travail est sacrée, autant la contrainte est haïssable surtout quand elle s'exerce à l'encontre des intérêts les plus directs des indigènes. N'est-ce pas aller contre la natalité de la race que de limiter, par la paresse, le pouvoir d'achat des indigènes? Comment les amener à se mieux vêtir, à avoir des cases moins immondes, à améliorer leur ordinaire si le travail ne leur en fournit pas les moyens?

Ce n'est pas par les impôts directs qu'on peut atteindre ce but; la « carte » est déjà suffisante et ne saurait être augmentée sans soulever en France de justes protestations. C'est une forme d'impôt qui ne peut s'accroître que par l'augmentation du nombre des assujettis, car on applique avec raison, très discrètement, les taxes directes à nombre d'indigènes de la côte ouest et aussi du sud pour lesquels cet impôt, même allégé, serait encore prématuré.

Au contraire, les taxes correspondant indirectement à l'accroissement du pouvoir d'achat des indigènes sont susceptibles, sans douleur, d'un accroissement continu. C'est évidemment dans ce sens et pour ce but

que l'« Éloge du travail » doit servir de thème aux Kabarys et les résultats obtenus doivent aussi servir de base d'appréciation des agents de tout grade chargés de l'administration dans les provinces, par le concours qu'ils apportent aux intérêts généraux de la colonie.

Les conseils que je donne à mes collègues mineurs peuvent en réalité se condenser en peu de phrases : analysez les conditions du travail dont vous disposez, rendez-vous compte des mesures qui sont de nature à accroître les profits de vos ouvriers en les faisant travailler à prix faits et non à la journée tout en abaissant votre prix de revient ou même, si vous êtes obligé de ne pas modifier votre échelle des salaires pour ne pas les effrayer conservez ces salaires, mais en augmentant la production par l'emploi d'appareils appropriés.

Commencez par le long-tom ou même par des berceaux (rocker) là où l'eau est rare. Ces appareils se prêtent bien à la constitution d'ateliers familiaux, chers aux Malgaches, qui craignaient beaucoup, — comme nous, — de travailler au profit des voisins. Le sluice, qui demande déjà une organisation ouvrière plus complète, douze à quinze hommes, viendra quand vos hommes se seront familiarisés avec le travail à la tâche, au wagonnet ou à la brouette.

Surtout évitez à tout prix le travail à la journée. Vous seriez refaits. Une fois votre prix de base établi, gardez-le, même si vous le trouvez trop avantageux pour vos ouvriers. On trouve toujours que les profits des autres sont démesurés : c'est humain. Cela vous fera une réclame, il vous viendra du monde, la première équipe continuera à servir d'appât pour votre recrutement.

Mais, tout cela est vain, je le répète, si l'éloge du travail et sa répercussion sur l'hygiène et la natalité ne sont pas sans cesse prêchés.

Les mesures de détail : répression de la fraude sur les cartes, surveillance des Antaimoros errants, etc., ont fait l'objet de propositions très pratiques des deux Congrès. M. Picquié vient d'y donner satisfaction par sa nouvelle réglementation de la main-d'œuvre dans les provinces du nord de Madagascar. Cette réglementation vise surtout la population des chercheurs d'or composée pour la plupart d'Antaimoros qui, chaque année, émigrent de la province de Farafangana pour aller louer leurs services sur les placers. C'est en vue de la surveillance de ces indigènes qui commettent chaque année des méfaits dans ces régions, que le gouverneur général a fait prendre des mesures spéciales.

B. — MORTALITÉ INFANTILE

La femme malgache, — la femme hova surtout, car l'avortement est au contraire en honneur, d'une façon tout à fait inquiétante dans l'ouest et dans les îles adjacentes (Nosy-Bé, Mayotte) —, adore les enfants, quel qu'en soit le père.

Malheureusement ces nouveau-nés sont la proie d'une mortalité dont on se fait difficilement une idée. Obligés de vivre sous un climat, sous des altitudes et sur des terrains essentiellement différents de ceux auxquels les destinait leur origine javanaise ou indo-malaisienne, les Hovas souffrent d'une façon évidente de cette transplantation pourtant déjà plusieurs fois séculaire.

Il est certain que les mesures prises et qu'on prend tous les jours pour diminuer la mortalité chez les enfants sont les premiers remèdes à apporter à cette situation. Qui n'a pas vu ces malheureux indigènes, habitant à 1.700 ou 1.800 mètres de hauteur, sur le plateau central, ayant pour tout vêtement des lambas de coton ; ces pauvres petits êtres nus, portés à dos, moulés par le pagne à même sur la peau de la mère pour les réchauffer un peu, n'a pu se rendre compte de la misère physiologique de ces infortunés et de la nécessité de les amener à vivre un peu moins mal. Ce qui est difficile à trouver, c'est le procédé : ils n'ont pas de grands besoins, et leurs cases, d'aspect extérieur assez engageant, sont des repaires de vermine et de saleté. Un moyen qui a donné d'excellents résultats et que le Gouverneur général a rétabli avec beaucoup de bonheur, ce sont les fêtes. Pour les fêtes, les femmes se parent; celles qui n'ont qu'un « lamba » (sorte de pagne en toile de coton blanc) sur le corps, veulent y ajouter une robe pour écraser les rivales. Le mari travaillera donc pour payer la note de la couturière exactement comme nous le faisons nous-même. Il est certain que nous amènerons chez ces indigènes une amélioration rapide basée sur leur désir de nous imiter. Dans les grandes villes, à Tananarive, les jeunes filles malgaches s'habillent à la mode européenne. C'est un progrès, car il faut travailler pour payer la toilette. Ce sont les Hovas que nous rallierons les premiers; ce mouvement est même réalisé déjà. Toutes les situations d'employés modestes sont occupées par des Hovas qui font très bien l'affaire, et je suis de ceux qui applaudissent à cette utilisation de l'élément indigène, à sa collaboration avec nous, étant entendu que leur rôle se bornera là et que la responsabilité supérieure et la haute direction resteront toujours entre nos mains.

Il est certain que l'habitat dans l'Imerina a été imposé aux Hovas par des raisons de politique et de sécurité depuis l'époque où ils sont arrivés à Madagascar, mais ce n'est pas leur milieu normal.

Aussi les voyons-nous descendre avec empressement de leurs hauts plateaux pour s'installer dans les plaines basses, fertiles, tropicales qui couvrent tout l'ouest de la colonie depuis la falaise archéenne du Bongo-Lava jusqu'à la mer. La crainte de l'humeur guerrière des Sakalaves, jaloux de leur indépendance, qui les repoussait, avec pertes sur leurs plateaux granitiques arides et froids s'ajoutant au manque de moyens d'arrosage sur les terrains sans pente, qui ne se prêtent pas, sans travaux préalables aux intelligentes irrigations des hovas dont on voit de si nombreux exemples le long des cours d'eau de l'Imerina, étaient les seules causes s'opposant à l'exode.

Elles disparaissent en ce moment. La pacification complète des Sakalaves est chose faite. Quant aux irrigations, au sujet desquelles j'ai déjà donné des détails page 239 à propos du trias, on y procède par étapes sous l'action impulsive de M. Carle, chef du service de l'Agriculture, qui apporte à ces améliorations la foi d'un apôtre, l'activité de la jeunesse avec une compétence reconnue.

J'ai expliqué les raisons géologiques pour lesquelles ces irrigations sont facilitées par la différence des érosions. Tous les fleuves descendant du plateau central, allant se jeter dans le canal de Mozambique forment des rapides ou des cascades à leur arrivée en plaine, de sorte qu'on n'a que l'embarras du choix pour créer des dérivations à bon marché sans barrages coûteux.

Mais ce sont là des contingences futures, insuffisantes pour le mineur pressé de réaliser. C'est immédiatement qu'il lui faut des bras. C'est à cette mentalité que les gens sages, — ils ont une mauvaise presse depuis les temps les plus reculés de l'histoire, — répondent pas l'axiome : *laissez faire le temps.* On peut dire qu'avec une race en progrès rapide, comme le sont les Hovas, ce conseil est à échéance bien plus courte qu'on ne le croit. Le développement de l'instruction, bien compris, comme nous le faisons, évitant à la fois une trop grande extension des études supérieures chez les indigènes, produisant des déclassés, des mécontents, qu'on ne peut pas tous caser parce que trop nombreux et aussi, — autre grave écueil, — une instruction uniquement malgache, nous privant par conséquent de cet admirable moyen de pénétration mentale qu'est notre langue, aura vite fait de porter des fruits durables.

C. — ORGANISATION ADMINISTRATIVE DES CAMPS MINIERS (TOBYS)

Jusqu'ici les camps miniers, nomades, dénués de fixité à cause des aléas de l'exploitation alluvionnaire, ne sont pas constitués en centres administratifs réguliers. Avec le développement des exploitations filoniennes fixes, cette organisation deviendra indispensable ; elle peut même rendre dès à présent de grands services aux exploitants d'alluvions en assurant le bienfait d'une stabilité relative, de leurs ouvriers.

Cette organisation aurait un double but :

1° Obtenir l'inscription sur les listes de recensement et sur les rôles d'impôts de tous les irréguliers qui vivent sur les « tobys » :

2° Organiser les camps miniers à la façon des cantons ou des villages ordinaires, selon l'importance du camp.

Examinons les effets de ces mesures sur une des régions les plus intéressantes de la colonie : le Betsiriry où les exploitations aurifères et pétrolifères paraissent devoir prendre, à bref délai, un développement intensif exigeant beaucoup de main-d'œuvre. L'ouverture d'une route carrossable entre Betafo et Miandrivazo, qui ne saurait longtemps tarder, rendra, combinée avec le rétablissement des transports sur la Tsiribihina, aux mines de cette région une importante quantité des travailleurs occupés actuellement au stérile transport à dos d'hommes des vivres et marchandises de ravitaillement nécessaires aux ouvriers employés sur les tobys de la région.

D'après des comptages très sérieux effectués pendant une année entière par M. l'Administrateur de Bétafo, plus de 4.000 indigènes sont actuellement occupés au transport des vivres sur le chemin de Miandrivazo. Ces hommes ne font guère plus de quatre à cinq voyages par an, car ils perdent beaucoup de temps en route, séjournant à chaque tournée auprès de leurs camarades et amis employés sur les tobys. En fait une centaine de charrettes indigènes attelées à deux bœufs feraient aisément le même travail. On voit d'ici l'économie de main-d'œuvre qui en résulterait et le nombre considérable de bras qui seraient ainsi rendus disponibles pour les mines.

Quoi qu'il en soit, la population indigène du secteur de Miandrivazo se compose des éléments suivants :

1° De Sakalaves (race autochtone);

2° De métis de Sakalaves et de Hovas ;

3° D'Ambaniandros (Hovas venus des hauts plateaux à des époques diverses et n'ayant subi aucun mélange).

Les Sakalaves et leurs métis n'apportent aucune contribution à la main-d'œuvre des exploitations aurifères du Betsiriry ; cette main-d'œuvre est exclusivement tirée de l'élément « Ambaniandro ».

Actuellement le Betsiriry compte 4.805 Ambaniandros originaires des provinces de l'Itasy, du Vakinankaratra et de l'Imerina centrale ; sur ces 4.805 individus, 2.641 sont installés de façon quasi définitive dans les centres commerciaux ou agricoles de Miandrivazo, de Manandaza et d'Ankavandra ; ils sont régulièrement administrés et recensés, et ils ont des chefs de village ou de quartier de leur race ; mais, suffisamment pourvus de moyens d'existence par leur propre industrie, ils restent à peu près sourds aux offres de travail qui leur viennent des prospecteurs.

1.937 sont employés, *moitié de façon permanente*, moitié *provisoirement*, sur les chantiers d'exploitation minière : *C'est là la seule main-d'œuvre sûre dont disposent les entreprises aurifères et pétrolifères du secteur et c'est notoirement insuffisant.*

227 individus sont de véritables écumeurs, dont le but principal, en venant de l'Itasy ou du Vakinankaratra dans le Betsiriry limitrophe, a été, soit de fuir les obligations fiscales des hauts plateaux, soit de s'enrichir, par la contrebande de l'or, par le commerce en fraude des tissus et même par le vol de bœufs. De temps à autre, lorsque les patrouilles sont signalées ou que la recherche du vagabondage devient plus pressante, ce contingent de plus de deux cents irréguliers, trouvant les profondes retraites du Bongo Lava moins sûres, « *se réfugie* », *pour quinze ou vingt jours, sur quelque toby voisin* affamé de main-d'œuvre et qui voit ainsi sa production momentanément augmentée ; puis, tout revient à sa place : les irréguliers à leur fraude et le toby à son dépeuplement.

C'est à dessein que, dans le paragraphe relatif aux 1.937 « Ambaniandros » qui forment la seule main-d'œuvre sur laquelle les exploitations aurifères peuvent compter, j'ai souligné les mots *de façon permanente* et *provisoirement*. Voici pourquoi :

Un millier de travailleurs, environ, sont répartis *à demeure* sur les principaux tobys.

Ces travailleurs ont partie liée avec une dizaine de « gros commandeurs » qui, généreusement rétribués par de riches exploitations, ne songent pas à les quitter. Ces mille travailleurs paient régulièrement l'impôt, ont des papiers en règle, ne causent aucun embarras ni à la colonie, ni aux employeurs.

Les 937 autres sont des isolés, ou font partie de trop petites équipes pour que les chefs d'exploitation aient intérêt à faire marché définitif avec les commandeurs. Ces 937 mineurs et orpailleurs sont la manne, bien temporaire, hélas! des « tobys » de peu d'importance ou nouvellement formés. Et comme il faudrait à ces « tobys » non pas une main-

d'œuvre totale de 937 individus, mais bien le triple ou le quadruple, il se produit dans le Betsiriry, de la part des prospecteurs, une véritable « chasse aux travailleurs ». Et, de fin avril à mi novembre, ce sont des va-et-vient d'orpailleurs d'un toby sur l'autre, au hasard des offres ou de la richesse des terrains.

Seulement, en novembre, tout se simplifie : la période s'ouvre où les grandes entreprises utiliseront, grâce aux pluies, autant de main-d'œuvre qu'il s'en présentera; un mot d'ordre est lancé et, au moment précis où les petits industriels pourraient réaliser des bénéfices, leurs chantiers sont désertés !

De tout ce qui précède on déduira aisément : 1° que sur 4.805 « Ambaniandros » qui peuplent le Betsiriry, 2.641 sont complètement organisés et administrés; 1.000, tout en payant l'impôt et en jouissant d'une situation régulière sur les exploitations où ils sont fixés, échappent, quant à l'ordre et à la discipline, à toute autorité administrative; 1.164, quoique recensés et inscrits sur les rôles, échappent à toute organisation et à toute surveillance en raison de leur mobilité; 227 sont de véritables insoumis, d'où impossibilité matérielle de faire payer les taxes à 1.391 contribuables;

2° Que la main-d'œuvre minière de la circonscription, toute d'importation, et notoirement insuffisante, étant données les nécessités, manque encore de stabilité, — ce qui arrête net le développement des petits tobys et nuit aussi de façon sensible à de plus grandes entreprises.

Tels sont les vices : comment y remédier ? Les commandants de secteurs ont épuisé tous les moyens que leur donnent les arrêtés et les résultats n'ont pas répondu à de consciencieux efforts; c'est surtout dans la perception des impôts sur les exploitations minières qu'ils se sont heurtés à une *impossibilité*. La mobilité excessive de la moitié de la main-d'œuvre porte directement préjudice aux intérêts financiers de la colonie : comment faire payer l'impôt à un homme qui, au moment de l'établissement des rôles, était sur tel chantier et qui, le lendemain, est à dix lieues de là sans s'être soumis à aucune déclaration?

Le chef de la circonscription, surchargé de besogne, et ses aides, insuffisants aussi comme nombre, pourraient-ils suffire à une pareille chasse aux contribuables?

La circulaire du 6 mars 1909 (*J.O.*) sur la perception de la taxe personnelle due par les ouvriers employés et domestiques au service d'Européens (ch. II) est efficace dans les seules régions où l'abondance de main-d'œuvre rend celle-ci sédentaire. Mais dans le Betsiriry, il faudrait absolument tabler sur une collaboration étroite et extraordinairement

désintéressée des employeurs, qui paieraient cher l'aide qu'ils prêteraient à l'administration : la main-d'œuvre du prospecteur plus zélé déserterait immédiatement au profit d'un concurrent moins dévoué aux intérêts de l'État.

D'autre part, l'agent percepteur arrive sur un toby et se fait présenter les registres du personnel : un tel est absent, il est parti dans la forêt; tel autre est allé chercher des vivres; celui-là a disparu de l'exploitation sans dire où il allait, et son voisin, dont le parent est mort, assiste à un enterrement.

Comment contrôler, puisqu'il n'existe sur les « tobys » mêmes, aucune organisation administrative responsable? L'agent du fisc va-t-il stationner sur les chantiers jusqu'à ce que tout le monde soit rentré de la promenade? Il y userait sa patience.

Il me paraît évident que des mesures administratives seules peuvent remédier à cet état de choses.

1° *Obtenir l'inscription sur les listes de recensement et sur les rôles d'impôts* de tous les irréguliers qui vivent sur les « tobys » et en dehors.

Pour cela, n'exiger, à partir de 1912, de tous les retardataires aux impôts,— il en est qui n'ont jamais rien versé,— que le paiement de 23 francs pour 1911 (taux de la province d'origine) et de 11 francs pour 1912 (taux du Betsiriry) avec inscription définitive sur les registres du Betsiriry.

Les prévisions budgétaires de 1912 n'auront pas à souffrir de cette mesure, les 2/5 des irréguliers dont il s'agit n'étant inscrits, très probablement, sur aucun rôle et les autres fuyant avec persévérance les collecteurs d'impôts, aggravant sans cesse leur faute pour échapper au châtiment prévu.

Bien au contraire, d'un sacrifice apparent résulterait une plus-value sensible.

Une expérience a d'ailleurs été faite, à ce sujet, entre septembre et décembre 1910.

A ce moment, des « tobys » importants, comme ceux du Dabolava et d'Ankaronganana comprenaient un certain nombre d'orpailleurs et de mineurs venus depuis un an ou deux dans le Betsiriry et qui, n'ayant pas fait au départ de la circonscription d'origine une déclaration de changement de résidence, ne s'était pas non plus fait inscrire, à l'arrivée, sur les listes de recensement et d'impôts du Betsiriry. Perdus de vue d'une part, ignorés de l'autre, ils avaient échappé, qui un an, qui deux ans, à la perception des taxes. Dès que paraissait un agent de l'autorité, ces contrevenants désertaient les chantiers au grand dommage de l'entreprise.

Avec le concours des chefs d'exploitation et avec l'assurance qu'il ne serait prononcé contre les coupables d'autre sanction que le paiement

intégral des taxes arriérées et l'inscription sur les registres du Betsiriry de ceux qui avaient, dans le secteur, deux années de présence certifiées par des témoignages sérieux, on obtint immédiatement près de 200 régularisations avec 5 à 6.000 francs de rentrées sur lesquelles on ne comptait plus.

Cependant le manque d'organisation administrative et de surveillance se fait encore tellement sentir sur des « tobys » de 300 à 1.200 âmes où il n'existe en permanence aucun représentant de l'autorité que, sur 23.690 francs qu'ils auraient dû verser pour le seul personnel inscrit, il reste encore 1.520 francs à recouvrer.

2° *Organiser les camps miniers à la façon de cantons ou de villages ordinaires, selon l'importance du camp.*

Ainsi, les exploitations aurifères de Dabolava et d'Ankarongana, qui comptent respectivement 1.200 et 600 âmes, auraient chacune un chef de canton et deux ou trois chefs de quartier; les autres exploitations, d'un effectif de travailleurs moindre, auraient, chacune, un chef de village secondé par des mpiadidys.

Ces chefs, indigènes, nommés par la colonie, seraient choisis parmi les principaux employés des tobys et sur la proposition des chefs d'exploitation intéressés. Lorsque ceux-ci refuseraient de faire un choix, ce qui est bien improbable, les chefs indigènes seraient présentés par l'autorité locale.

Chefs de canton et de village des camps miniers auraient des fonctions exactement analogues à celles des autres chefs indigènes du secteur; ils seraient responsables de la police, du maintien de l'ordre, des déclarations à l'état civil, du recensement, de la perception des taxes, etc. —, chacun sur toute l'étendue de son camp; ils auraient droit au pourcentage sur les impôts perçus et, quand il y aurait lieu, aux soldes et gratifications prévues par les règlements; par contre, ils seraient punissables des peines ordinaires.

L'adoption de cette mesure arrangerait bien des choses: d'abord, l'employeur serait complètement débarrassé des mille petites questions irritantes de police et de discipline et, surtout, de la charge morale, — et même matérielle, — concernant la perception des impôts.

Ceux-ci, reçus par des agents *à demeure*, rentreraient normalement, aux instants propices et sans à-coups; les employeurs savent bien quelle perturbation jette, quatre ou cinq fois l'an, dans un toby, l'arrivée du collecteur d'impôts.

Pour la répression du vagabondage, l'action serait également mieux répartie et constante.

Mais surtout, — et ceci serait extrêmement avantageux pour les chefs d'exploitations minières, — ou obtiendrait *la fixité*, *la stabilité de la main-*

d'œuvre, par des moyens mesurés, solides et légaux. Le « toby » étant un village régulièrement organisé, l'ouvrier qui s'y fixe en fait la déclaration et ne peut le quitter qu'après une autre déclaration au commandant du secteur : c'est peu et c'est considérable, car c'est la fin de la « chasse au travailleur », la cessation du va-et-vient continuel, à l'insu de l'employeur de la veille et des autorités, d'un camp aurifère sur l'autre ; c'est la possibilité d'organiser sur les centres miniers des noyaux de travailleurs qui feront boule de neige, et qui, en règle vis-à-vis de l'administration, produiront avec le calme et la régularité de gens dont la conscience est tranquille.

On peut reprocher à cette solution l'inconvénient d'introduire l'action permanente de l'autorité dans une entreprise privée. Mais n'y est-elle pas déjà et dans quelles conditions de bon ou mauvais vouloir et d'imprévu? Quels que soient le délit ou la contravention qui se produisent sur un toby, l'employeur étant dépourvu du moindre pouvoir administratif ou judiciaire, l'autorité a le devoir d'intervenir et cela au moyen d'agents complètement étrangers à l'exploitation et qui, par conséquent, useront de moins de ménagements.

Au contraire, avec des agents indigènes choisis dans le personnel d'une entreprise et sur la proposition de son chef, ce dernier garde toute son influence et la force de ses conseils ; voit régler les petites questions administratives par l'homme qu'il a choisi ; il bénéficie des avantages d'une autorité constante et, par conséquent, pondérée et régulatrice ; bref, alors qu'il n'avait aucun moyen immédiat d'action en cas de contravention, de délit ou de crime, il agit par ceux de ses employés qu'il a fait lui-même revêtir d'une autorité.

Dans l'obligation faite au travailleur indigène d'avoir à déclarer son changement de résidence pour aller d'un toby sur l'autre, certains pourraient voir une entrave au recrutement de la main-d'œuvre.

Notons d'abord qu'il serait excessif de prétendre empêcher un commandant de secteur, dont les obligations et les responsabilités sont nombreuses, de se renseigner, par un procédé n'ayant rien d'inquisitorial, sur ces choses essentielles : les mouvements de la population et les déplacements de contribuables d'une localité à l'autre.

D'autre part, au lieu d'apporter une gêne, une entrave, la mesure favorise et règle le recrutement de la main-d'œuvre. Elle ne l'empêche pas, puisque, sauf de rares exceptions à l'égard des malfaiteurs ou des contrevenants, il n'est pas dans le pouvoir d'un commandant de secteur de refuser un changement de localité régulièrement demandé ; elle la favorise, puisque en soumettant strictement les employés aux règlementations administratives, on tend à les fixer, à les stabiliser, à accroître leur bien être et, par conséquent, à en augmenter le nombre en raison de

l'attraction qu'exerce sur les nouveaux venus l'aspect d'une entreprise ayant tous les signes du confortable et du permanent.

D'ailleurs, de nombreux chefs d'exploitation minière à l'examen desquels la question a été soumise, s'en sont montrés partisans, tant ils souffrent du manque actuel d'organisation.

Ces mesures aideront principalement les petits prospecteurs et les entreprises nouvelles, sans nuire aux grandes et anciennes entreprises qui ont les moyens de se procurer les ouvriers qui leur sont nécessaires.

Application à Madagascar du décret du 20 janvier 1911. — Une excellente mesure, qui mettra fin à des abus qui ont fini par émouvoir le Département des Colonies a été prise récemment par le Ministre. Voici ce dont il s'agit.

On sait que, pendant de longues années, les colons de l'Indo-Chine avaient demandé que l'article 408 du Code pénal, qui prévoit et punit l'escroquerie, fût rendu applicable aux indigènes liés à des Européens par des contrats de travail et qui dissipent les avances qui leur sont consenties, sans exécuter le travail auquel ils se sont engagés. Après avoir longtemps résisté à ce vœu, bien qu'il fût appuyé par l'administration locale, le Département des Colonies a fini par y donner satisfaction par un décret du 20 janvier 1911. Le bénéfice de cette mesure vient d'être étendu à Madagascar et aux Comores par un décret du 7 novembre 1911. Dans cette colonie, comme en Indo-Chine, les colons et principalement les colons agriculteurs et mineurs, se plaignaient d'être mis en coupe réglée par leurs ouvriers ou leurs métayers indigènes qui, après avoir reçu des avances souvent importantes, soit en argent, soit en nature sous forme de marchandises, d'instruments agricoles ou de bétail, ne trouvaient rien de mieux que de les dissiper sans remplir les obligations de travail qui en constituaient la contre-partie. Les employeurs n'avaient pour toute arme contre ce genre de spéculation qu'une action civile, neuf fois sur dix dépourvue de toute efficacité en raison de l'insolvabilité des indigènes, et qui n'avait d'autre résultat que de mettre à leur charge des frais de justice hors de toute proportion avec l'intérêt du litige et d'ailleurs, eux aussi, irrécouvrables.

Le décret du 7 novembre, en renforçant en pareil cas la sanction civile par une sanction pénale, met fin à cette situation. Il complète ainsi heureusement la réglementation locale de la main-d'œuvre, réglementation qui assure de très larges garanties aux indigènes et à laquelle on ne pourra plus reprocher de n'avoir pas suffisamment sauvegardé les droits et les intérêts de leurs employeurs européens.

D. — IMMIGRATION

Le Congrès de Tananarive n'a donné, sur cette question de l'immigration de main-d'œuvre étrangère à Madagascar, qu'une adhésion modérée. Voici les termes du vœu émis à ce sujet :

Introduction d'une main-d'œuvre étrangère dans la colonie. — Considérant que la pénurie de main-d'œuvre se fait surtout sentir au moment de l'exécution des grands travaux entrepris par l'administration ;

Émettons le vœu :

« Que l'administration emploie à ses travaux une main-d'œuvre recrutée dans les régions habitées par des indigènes non encore habitués au travail ou bien étudie la possibilité d'introduire, toujours pour les grands travaux d'utilité publique, une main-d'œuvre étrangère.

« Que l'émigration des habitants de la Grande-Comore ne soit plus soumise à la taxe prohitive de 100 francs par tête. »

On voit que dans l'esprit des congressistes, tous mineurs cependant, les ouvriers immigrants ne doivent pas être employés aux mines. Ce n'est que par répercussion indirecte que des bras actuellement occupés à des travaux publics pourront aller aux mines, par suite de leur remplacement sur les chantiers publics par des ouvriers immigrés.

D'autre part, la Chambre d'Agriculture de Madagascar a émis, dans sa séance du 8 mai 1911 (9e session), une série de vœux relatifs à la main-d'œuvre, dont je détache le suivant :

« Que de nouveaux essais d'*immigration étrangère* soient tentés et que, d'autre part, les bénéficiaires de grandes concessions territoriales ou d'exploitations minières importantes soient obligés d'introduire, à leurs frais, une certaine proportion de main-d'œuvre étrangère, le gouvernement français devant, au préalable, faire des demandes auprès des gouvernements étrangers pour rendre possible cette introduction. »

On voit que l'affectation des immigrés aux travaux miniers est prévue, non pas comme une facilité, mais au contraire comme une charge à imposer aux « grands concessionnaires miniers. » Le compte rendu de la discussion qui a précédé le vote ne permet pas de distinguer les caractéristiques auxquelles on se référera pour distinguer entre les « grands » et les « petits » concessionnaires miniers ?

Il y a donc un certain flottement dans l'opinion publique à ce point de vue, et cette hésitation s'est manifestée d'une façon évidente au Congrès de l'Afrique orientale (octobre 1911). On y a voté des vœux tendant à

établir, sous les auspices de l'Administration, une immigration étrangère :

« Que les anciennes démarches du gouvernement français tendant à obtenir des gouvernements anglo-indien, portugais, néerlandais, chinois et éthiopien l'autorisation de recruter des travailleurs indigènes à destination de Madagascar, soient simultanément reprises le plus tôt possible et activement conduites en vue de réaliser de nouveaux essais d'introduction dans la grande île de travailleurs hindous, africains, javanais, chinois et gallas, immigration dont la nécessité et l'urgence se font de plus en plus sentir dans notre grande colonie de l'océan Indien. »

Et, afin qu'il y en ait pour tous les goûts, un autre, engageant la même administration à favoriser l'exode des travailleurs malgaches !

« Que l'administration de Madagascar pourrait, par une réglementation plus libérale et mieux appropriée aux circonstances, autoriser les colonies françaises voisines de la grande île, nommément les Comores et la Réunion, *a recruter une certaine quantité de travailleurs dans les régions ouest de Madagascar.* »

Cet éclectisme prouve que la question n'est pas mûre. Elle mérite cependant d'être étudiée de près. Je me permettrai de donner ici mon sentiment sur ce sujet, basé sur mon expérience personnelle et sur les résultats des pays voisins.

Et d'abord, pour faire de l'immigration, il faut que les pays d'origine y consentent. Le temps n'est plus où on racolait, à Hankéou, à Macao, à Singapoure, à bureau ouvert, tous les coolies chinois ou autres qu'on pouvait désirer. Chaque pays veut conserver ses bras, dont il apprécie la valeur marchande et sociale. Des réglementations très sévères, par lesquelles on est obligé de passer, président à ces exodes de main-d'œuvre, et des garanties sont exigées, qui augmentent considérablement le coût initial de ces ouvriers. De tels contrats, dont doit répondre le gouvernement de la colonie, ne peuvent guère être conclus qu'en vue de travaux publics ou de sociétés disposant de capitaux suffisants pour pouvoir exposer les premiers frais de recrutement, de transport, d'installation dans des locaux conformes au cahier des charges, ce qui représente des sommes considérables. C'est évidemment dans ce sens qu'il faut interpréter le vœu un peu laconique de la Chambre d'Agriculture de Madagascar. Elle a voulu dire, et c'est vrai, que de tels immigrants ne peuvent être d'aucun secours pour les petits prospecteurs.

Ensuite, il y a un choix à faire dans les immigrants possibles. Les Chinois, on en a fait l'expérience au Transwaal et à Madagascar, ne sont pas des travailleurs « désirables », à cause des suites inéluctables de leur séjour comme engagés. Personnellement, mon expérience de cette main-d'œuvre que j'ai employée au nickel en Nouvelle-Calédonie, est défavo-

rable. Il est très difficile d'éviter qu'on ne vous envoie que la lie de la population, et cette lie-là, quelle que soit sa nationalité, est toujours une pauvre ressource pour l'employeur. Si ce dernier recourt aux mesures de rigueur, c'est pis encore, étant donnée l'horreur instinctive de notre race pour toute coercition au travail. En attendant, le résultat pratique et financier est désastreux.

La main-d'œuvre japonaise est entourée à présent de telles restrictions, de telles exigences, qu'elle est devenue pratiquement impossible. On y a aussi renoncé aux mines de nickel. Elle revenait trop cher pour le rendement qu'elle donne.

La race noire, à laquelle on songe naturellement, vu la proximité du continent africain et vu l'exemple du Transwaal où les Cafres ont entièrement supplanté les Chinois dans les mines du Vivatersrand, rencontre à Madagascar un obstacle d'un autre genre : les Hovas, avec lesquels il faut compter, vu qu'ils constitueront toujours le meilleur fond de la population ouvrière. Or, les Hovas ne veulent pas entendre parler de travail en commun, de cohabitation avec les noirs, surtout avec les noirs de nos colonies françaises de la côte Ouest et de la boucle du Niger. Les souvenirs de la conquête et des tirailleurs sénégalais sont encore trop récents pour qu'on risque de heurter ce sentiment et de provoquer des troubles au sein d'une population somme toute facile à gouverner et qui ne demande qu'à vivre dans la paix.

Immigration javanaise.

Il ne reste donc guère, comme immigrants engagés possibles, que des Javanais, que je n'ai jamais employés personnellement, mais qui, d'après les renseignements dignes de foi qui me parviennent, donnent des résultats avantageux, surtout dans les exploitations agricoles. Ici, la répugnance ethnique n'existerait pas avec les Hovas; au contraire, il y aurait probablement fusion nouvelle.

L'émigration javanaise, qui est une question de si grande importance pour les colonies hollandaises, a été l'objet d'une conférence fort intéressante faite par M. Hooyer, pendant une assemblée générale de la Société Indienne (Indisch Genootschapij) à La Haye.

La population de Java est passée pendant le dernier siècle de 4 millions à 30 millions d'habitants. Le gouvernement des Indes crut trouver, dans l'émigration vers les autres îles de l'archipel, un moyen d'empêcher la surpopulation, et en même temps de fertiliser davantage des régions où la main-d'œuvre manquait.

En 1905, environ cent cinquante familles javanaises furent installées dans les Lampongs, au sud de Sumatra ; chacune d'elles reçut la terre nécessaire à son entretien. Il y a maintenant neuf villages avec 4.000 habitants. L'essai ne fut pas continué, parce que trop coûteux ; les dépenses se montèrent pour le gouvernement à 500 florins par ménage d'émigrants. On a donc créé une banque d'émigration et de crédit à Telok Betong (Sumatra), dont le gouvernement fournit le capital. L'émigrant, qui n'avait rien à dépenser autrefois, devra rembourser tout à présent.

Le conférencier décrivit ensuite une installation de Soendanais à Benkoelen, sur la côte occidentale de Sumatra, conduite par lui en 1907 et d'initiative privée. Chaque émigrant recevait son lopin de terre et était entretenu pendant quatre mois sans bourse délier. Les 123 Soendanais coûtèrent 100 florins par ménage et purent se tirer entièrement d'affaire au bout de six mois. Le gouvernement accorda alors 20.000 florins pour une émigration plus importante. Les avances, cette fois, devaient être remboursées petit à petit par les émigrants. Au bout de cinq mois, ces derniers n'eurent plus besoin d'aucun secours, ils s'étaient bâti des chaumières, avaient gagné de l'argent en cultivant du tabac qu'ils vendaient aux compagnies voisines, et avaient planté de riz leurs champs. Quelques-uns s'adonnèrent plus tard à la culture du thé qui réussit à merveille, et dont le produit est évalué à un bon prix sur les marchés européens.

Les résultats obtenus à Benkoelen sont donc les suivants : 600 personnes ont défriché environ 18 hectares de terre; l'épreuve a coûté 25.000 florins, dont le remboursement mensuel de 25 florins a commencé déjà. Les émigrants ont introduit en outre dans la région la culture du thé.

La Deli-Compagnie a organisé des émigrations d'un autre genre. Quatre cents Javanais, partagés en deux villages, ont reçu chacun un terrain insuffisant pour produire tout le riz nécessaire à leur consommation, ce qui les force à chercher de l'occupation ailleurs. Le but de la compagnie est de créer des coolies libres qui trouvent de l'ouvrage chez elle.

Trois systèmes d'émigration ont donc été mis en pratique : la formation de cultivateurs libres sans contact avec les particuliers, celle de cultivateurs libres qui sont mis à même de réaliser un gain dès le commencement, et enfin la formation de coolies libres.

Le conférencier donne la préférence au système de Benkoelen, croyant que l'indigène se décidera plus facilement à émigrer, s'il a la certitude de réaliser de l'argent tout de suite.

En résumé, aucune de ces immigrations étrangères ne vaudrait, et de beaucoup, pour les exploitants, la main-d'œuvre malgache. C'est donc,

par des mesures combinées, de sauvetage des enfants en bas âge, des maternités à domicile, de l'hygiène dans l'habitation et dans le vêtement, qu'il faut agir en ce qui concerne l'avenir de la race.

Pour le présent, surveiller et étendre le paiement de la carte individuelle, empêcher les déprédations des Antaimoros en déplacement, veiller par contre à ce qu'ils soient régulièrement payés, condition qui, je dois le dire à l'honneur des exploitants grands et petits, est strictement observée à Madagascar.

Mais par-dessus tout, je le répète en terminant, prêcher sans cesse la thèse du travail dans les Kabarys officiels et récompenser par des distinctions et des avancements ceux qui auront obtenu dans cet « Éloge du travail » les résultats les plus marquants. C'est là, et là seulement que réside le vrai progrès, physique, intellectuel et moral, vers lequel nous devons pousser sans relâche les indigènes.

II. — LÉGISLATION MINIÈRE

Le Congrès minier de Madagascar a consacré la majeure partie de son temps à l'étude de la refonte de la législation minière de la colonie. Il a apporté dans ce travail une compétence, une modération et un esprit pratique auxquels on ne saurait trop rendre hommage. La commission mixte qui siège en ce moment à Tananarive s'inspirera largement sans doute des vœux du Congrès et ce sera justice.

Au Congrès de l'Afrique orientale, devant un public tout différent, pour la majeure partie non spécialisé dans la pratique des mines à Madagascar, mais bien préparé à l'examen des questions d'ordre plus général, on a plus particulièrement discuté des points, déjà abordés par le Congrès de Tananarive, tels que l'abaissement du droit de sortie sur l'or alluvionnaire, l'impôt sur les mines d'or filoniennes, le droit revendiqué par la colonie de borner et de prospecter des mines communes en vue de leur mise en adjudication, etc., en indiquant des solutions pratiques. Nous y reviendrons plus loin.

Origines de cette législation. — On est généralement assez peu renseigné sur les origines de la législation minière à Madagascar : on se borne à la considérer comme non existante avant notre arrivée dans la colonie. Cette documentation sommaire n'est pas exacte. Grâce à l'extrême obligeance de M. Guillaume Grandidier, j'ai pu, en puisant dans ses notes et dans ses publications antérieures, établir par des documents certains les origines des exploitations d'or dans la colonie.

Madagascar a depuis longtemps la réputation de posséder des richesses minières considérables, et cependant, jusqu'au milieu du XIX[e] siècle la présence de l'or dans cette île n'était qu'une pure hypothèse, car personne n'en avait jamais recueilli, et celui qu'on avait trouvé entre les mains des indigènes était toujours sous la forme de bijoux ou de sequins et provenait vraisemblablement des naufrages des navires portugais et anglais si fréquents, aux XVI[e] et XVII[e] siècles, sur la côte méridionale de l'île. Aussi les opinions les plus contradictoires ont-elles été émises à ce sujet et, tandis que plusieurs anciens voyageurs, enthousiastes ou crédules, proclamaient la grande abondance du précieux métal, d'autres niaient absolument son existence.

Ainsi, en 1644, Boothby [1] raconte que le vieux comte de Denbigh a offert au roi d'Angleterre, dans une séance du *Council Board*, du sable d'or qu'il avait soi-disant rapporté de Madagascar, mais Powle Waldegrave [2] qui avait passé treize mois, en 1645-1646, dans la baie de Saint-Augustin (sur la côte sud-ouest), dit que les mines d'or et d'argent dont parle Boothby sont imaginaires, que l'or est inconnu des naturels et que, s'il y a un peu d'argent, il est si vieux et si usé qu'il vient probablement des Portugais.

Flacourt [3] n'ose pas se prononcer : « Il a toujours ouï dire par les grands d'Anosy que c'est vers le nord de la rivière Yonghelahé (Onilahy ou Saint-Augustin) qu'est la source de l'or » ; cependant ailleurs il ajoute : « Il y a bien de l'or parmi les habitants de Madagascar, lequel n'a pas été apporté par les navires étrangers, car il ne serait pas possible que les navires en eussent tant traité qu'il y en a ; et de plus il est d'autre nature que celui d'Europe. Il y en a de trois sortes, savoir celui qu'ils appellent or de Malécasse qui est blafard et ne vaut pas plus de dix écus l'once ; c'est un or qui est fort doux à fondre et presque aussi aisé que le plomb, Il y a de l'or de la Mecque, qui est celui qu'ont apporté les Roandriana de leur pays, qui est beau et bien raffiné, il vaut l'or de sequin. Le troisième est celui qu'ont apporté les chrétiens qui est, à leur façon de fondre, plus dur ; ils en ont d'ailleurs très peu. L'or de Malacasse est celui qui a été fouillé autrefois, dont il y en a des mines en ce pays d'Anosy et partout cette terre, au rapport des nègres. A présent il est difficile de trouver où on en a fouillé. »

Les autres voyageurs de la fin du XVII[e] siècle s'occupent peu de la recherche de l'or : Souchu de Rennefort cependant, parlant des métaux précieux, dit que les habitants en cachent la source et veulent faire croire que ce qu'on en rencontre a été apporté par une flotte d'Arabes

1. *A Brief Discovery or Description of Madagascar*, London, 1644.
2. *An answer to M. Boothby's book*, 1689.
3. *Histoire de Madagascar*, 1658, p. 45 et 148.

qui vinrent au commencement du XVe siècle. Pour ceux qui connaissent les Malgaches, il n'est pas douteux que, à l'exception des Hovas qui, très soumis à leur chef, obéissent strictement à ses ordres, ceux qui sont indépendants et suivent l'inspiration du moment auraient livré alors toutes les mines de leur province pour quelques rasades de rhum.

D'après un mémoire de 1730, il y aurait dans le nord-est de Madagascar des mines d'or plus riches de 10 0/0 en valeur de matière, poids pour poids, que celles du Brésil, expérience faite à la Monnaie de Paris, et beaucoup plus abondantes, puisqu'il s'y trouverait fréquemment des rameaux d'or plus gros que le bras, que du reste personne n'a jamais vus.

Modave, en 1768, parle d'une mine que les Portugais auraient exploitée à Anosy, depuis plus de deux cents ans. Flacourt en avait déjà signalé l'existence, mais les deux auteurs sont en désaccord absolu sur son emplacement, et Modave qui s'est livré à ce sujet à une recherche laborieuse, n'a rien trouvé. Il est certain d'ailleurs que les Portugais n'ont jamais extrait d'or du sol de Madagascar.

Benyowski, aventurier très intelligent et très audacieux, mais peu honnête, écrit au ministre en mars 1774 (trente-six jours après son arrivée à Madagascar !) : « J'ai découvert des mines de plomb, de fer, de cuivre, d'argent et d'or... Il faudrait parcourir tout l'univers pour réunir tous les avantages que l'on trouve en cette île... » Il n'y a aucun fond à faire sur cette assertion que les faits ont démentie.

Hugon, en 1818, ne fait que reproduire les assertions de Flacourt en disant que les habitants ramassent l'or dans les hauts de la rivière Onilahy (Saint-Augustin) ce que les ruisseaux charrient celui que l'on voit à la surface du sol, mais qu'ils ne fouillent pas les entrailles de la terre parce qu'ils ont la croyance que celui qui creuserait le sol pour en retirer les trésors que Zahanary (Dieu) y a cachés, mourrait dans l'année et attirerait de grands malheurs sur le pays.

M. Leguevel de Lacombe, dont les voyages ne sont qu'un pur roman, raconte en 1840 qu'il y a dans le Ménabé un volcan éteint, le Tangury, que les Malgaches croient gardé par un redoutable géant qui reste couché sur des monceaux d'or pour les défendre de l'approche des hommes. Cette fable est inconnue des Sakalaves.

On voit donc dans quel état d'incertitude était la question de l'existence de l'or à Madagascar lorsque, en 1845, un homme dont le grand mérite et la bonne foi sont indiscutables, M. Laborde, a lui-même trouvé des paillettes du précieux métal. Voici dans quelles circonstances : il était à la chasse des bœufs sauvages avec la reine Ranavalona I dans la plaine de Manerinerina, qui est située dans l'ouest de Madagascar, au pied du grand massif central, lorsqu'il aperçut des parcelles d'or dans un tor-

rent. Il les prit et les montra à la reine. « L'or est bien mieux dans les entrailles de la terre où Dieu l'a mis que dehors, dit-elle, rejetez-le dans l'eau de la rivière. Si les étrangers savaient qu'il y a de l'or ici, le pays ne nous appartiendrait plus. »

L'incident fut tenu secret; toutefois, lorsque Radama II succéda à sa mère Ranavalona I et voulut engager son pays dans la voie de la civilisation, il fit tout un code de lois au point de vue industriel, agricole, etc., et, prévoyant la probabilité de recherches de mines, il décréta que si un indigène ou un étranger venait à découvrir des métaux ou des pierres précieuses, il devrait en avertir le roi, qui déciderait la récompense à attribuer à l'inventeur, mais que le roi seul pourrait faire exploiter des mines.

Cette loi fut remplacée sous le règne de Ranavalona II, en 1881, par la suivante : « Quiconque fouillera des mines d'or, d'argent ou de diamants ou frappera de la monnaie, subira une condamnation de vingt ans de fers.

« La fouille des mines d'or, d'argent, de cuivre, de fer, de plomb, de pierres précieuses, de diamants, de charbon de terre, etc., est interdite tant sur les terres prises à bail que sur celles qui ne le sont pas. Ceux qui contreviendront à cette loi seront condamnés à vingt ans de fers. »

Aussi, pendant ce long laps de temps, la recherche des gisements aurifères fut abandonnée dans la grande île; une seule tentative eut lieu en 1869, elle fut faite par un Anglo-Australien qui constata que le sable roulé par l'Ampasiriry, un des affluents de la Betsiboka, était aurifère; il montra même le produit de ces lavages à M. Alfred Grandidier qui montait alors de Majunga à Tananarive; mais le premier ministre, instruit de ce fait, obligea le mineur à quitter le pays, et ne voulut pas donner à M. Parrett, qui était l'initiateur de ces recherches et qui cependant était *persona grata* auprès de lui, l'autorisation d'exploiter ces sables, que du reste le prospecteur proclamait assez pauvres.

Ce fut M. Suberbie qui, en 1885, tenta de nouveau en secret la recherche des gisements aurifères; voici comment un habitant du pays raconte la chose : « Le voyage de M. Suberbie aux eaux thermales dans l'ouest pour sa santé n'était qu'un prétexte ; il voulait en réalité se rendre dans la vallée de Marokoloy aux environs de Mahalatsy (route de Majunga). Mais il n'a pu y aller parce qu'il avait beaucoup de monde à sa suite et qu'il craignait que le premier ministre ne lui créât des obstacles. Il est retourné sur ses pas à Alatsinaina (marché situé à deux jours de Tananarive dans le nord-ouest), et il a envoyé à sa place un garçon boucher français, nommé Cadière. Celui-ci, conduit par un Malgache, est allé à pied, sans tambour ni trompette, à Marokoloy où, sous la direction dudit

Malgache, il a trouvé de l'or dans le sable de la vallée et l'a apporté à M. Suberbie.

« Celui-ci a demandé le terrain où se trouvait l'or à un fils du premier ministre pour vingt-cinq ans, afin, disait-il, d'y faire des plantations de compte à demi. Tous les frais et la direction devaient être à la charge de M. Suberbie, et les bénéfices devaient être partagés ; dans le contrat, il n'est pas question d'or. »

A cette époque le gouvernement malgache était fort embarrassé pour payer les intérêts de l'emprunt émis peu de temps auparavant par le Comptoir d'Escompte, aussi eut-il l'idée, pour s'acquitter, de se servir des richesses minières du pays et par conséquent de permettre à des étrangers, moyennant une redevance, d'exploiter certaines regions contenant des placers, des alluvions ou des filons aurifères. La première concession fut donnée à M. Suberbie, elle n'avait pas moins de 300 kilomètres de côté et était située entre les deux fleuves Mahajamba et Mahavavy. Le gouvernement malgache devait fournir gratuitement les travailleurs que M. Suberbie crut néanmoins de son devoir de rétribuer dans une certaine mesure, moyennant quoi il toucherait 55 0/0 des bénéfices de l'entreprise. Les débuts furent difficiles, car le premier ministre ne tint aucun de ses engagements et par suite les recettes furent peu considérables. Rainilairaivony, ne voyant pas affluer dans sa caisse les trésors sur lesquels il comptait, essaya d'une autre combinaison : il condamna tous ses sujets, sauf les Andriana (les nobles) à chercher de l'or par fanampoana, c'est-à-dire par corvée sous les ordres d'officiers nommés par lui. Ce travail obligatoire et non rémunéré eut les plus fâcheux effets sur le pays et donna lieu à de tristes abus ; à la fin de 1890, dans le seul district d'Ambositra, il y avait cent six villages désertés à cause du fanampoana pour l'or (le gouverneur d'Ambositra ayant, de sa propre autorité, fait une loi pour que le peuple lui en apportât une certaine quantité sous peine d'amende).

Peu après avoir accordé la concession à M. Suberbie, Rainilairaivony autorisa M. Talbot, sujet mauritien, à travailler les mines d'or des environs d'Ankavandra, fort bâti au pied ouest du grand massif central; deux ans après cette permission, elles ne donnaient encore aucun résultat, faute de capitaux. Talbot s'adjoignit alors un Anglais, Dawson, qui réussit à embaucher au Cap une centaine de mineurs à qui il vendit cent claims, ou lots d'une superficie de 5.544 mètres carrés, à 250 francs l'un ; mais la majeure partie d'entre eux ne purent entrer en possession et ceux qui forcèrent le passage jusqu'à Ankavandra à travers le Ménabé, malgré les Sakalaves, ne trouvèrent rien. Il en est mort un certain nombre dans l'ouet de Madagascar et trente sont montés à Tananarive furieux contre Dawson, qui, prudemment, gagna Tamatave et de là Mar-

seille. On dût faire une souscription pour rapatrier ces malheureux.

Tous ces essais n'ayant eu aucun résultat tangible, le Gouvernement hova autorisa, en mars 1890, les Malgaches à chercher et à ramasser de l'or, mais sous les conditions suivantes :

1° Les recherches ne devaient se faire que dans certains districts fixés à l'avance et sous la surveillance d'officiers du gouvernement;

2° Les licences étaient pour trois mois seulement et ne se donnaient qu'à des libres et à des adultes;

3° On devait, avec la première poudre d'or trouvée, payer à la reine le poids d'un dollar, soit une valeur de 70 à 75 francs;

4° Tout l'or trouvé devait être vendu au premier ministre, au taux de 10 piastres par poids d'un dollar, soit une perte de 25 0/0 au moins.

Ces conditions étaient très onéreuses ; aussi peu de personnes profitèrent-elles de la permission et, en juillet de la même année, la loi fut rapportée. Il n'y eut plus alors de recherches d'or que pour le Gouvernement et MM. Suberbie et Talbot. Cet état de choses a duré jusqu'à la déclaration de la guerre en 1895; tout travail fut alors interrompu jusqu'en juillet 1895, époque à laquelle le Président de la République, sur le rapport du ministre des Colonies, a signé un décret (18 juillet 1896) concernant le régime des mines d'or et de métaux précieux à Madagascar, qui a été promulgué à Tananarive par Ranavalonamanjaka III. A cause des difficultés d'application que présentait ce décret, le général Gallieni a pris, le 30 novembre 1896, un arrêté local sur l'exploitation des métaux précieux et des pierres précieuses qui a été le point de départ des diverses législations coloniales imposées successivement à Madagascar jusqu'à la dernière en date (décret du 23 mai 1907), qui sera bientôt remplacé à son tour par la réglementation actuellement en voie d'élaboration.

Si on examine plus en détail les diverses phases par lesquelles ont passé les exploitants de mines à Madagascar au point de vue de la législation et des taxes à eux imposées, on reste frappé de l'évidence de cette vérité que je n'ai cessé de proclamer par la plume et par la parole depuis nombre d'années : *qu'il n'y a de législation minière viable que celle établie avec la collaboration des intéressés.*

C'est ainsi que le premier décret, du 18 juillet 1896, improvisé aussitôt après la fin de la guerre, fut reconnu immédiatement par le général Galliéni comme inapplicable.

Étant donné la pauvreté des alluvions de Madagascar, la taxe à la surface était écrasante, on peut même dire prohibitive. En effet, il fallait payer, en troisième catégorie, 420 francs par an pour 24 hectares, soit 17f,50 par hectare. Sur ces bases, le périmètre d'exploitation actuel mesurant mille hectares au maximum aurait à payer 17.500 francs par an.

Ces chiffres me dispensent de tout commentaire. Dans ces conditions, l'exploitant ne pouvait prétendre qu'à des surfaces des plus limitées, d'où un obstacle insurmontable pour le développement de l'industrie aurifère.

Dès 1898, M. le gouverneur général Gallieni nommait une commission composée de fonctionnaires et d'exploitants chargée d'étudier les modifications à apporter à cette règlementation. Le rapport de cette commission servit de base à l'élaboration du décret du 20 février 1902.

Décret du 20 février 1902. — La bienfaisante influence des hommes pratiques se fit immédiatement sentir dans la nouvelle législation. Elle constituait un progrès considérable sur la précédente. D'une libéralité qui paraissait d'autant plus grande que l'ancienne était plus restrictive, elle répondait aux besoins du moment, et si, à l'usage, elle montra quelques imperfections, il faut reconnaître que la plupart de ces dernières provenaient plutôt du développement imprévu de l'exploitation aurifère que de la volonté du législateur.

Il est inutile de donner un résumé du décret de 1902, dont s'est inspiré celui de 1907.

Arrêté du 3 juin 1905. — A peine cette législation bienfaisante commençait-elle à porter des fruits, que, sur l'annonce télégraphique de découvertes sensationnelles, la recherche des pierres et métaux précieux fut subitement suspendue. Cette consécration officielle de la réalité des découvertes fabuleuses annoncées fut immédiatement exploitée par les gens habiles, Les « piquets » c'est-à-dire les permis de recherches antérieures à la suspension prirent aussitôt une valeur de spéculation. Quelle que fût leur valeur, ils trouvaient en France, principalement à Lyon, acquéreur à haut prix : ce fut un moment de folie.

Décret du 20 novembre 1905. — Ce décret destiné — le mot est désormais historique — à procurer au budget de la France les ressources nécessaires aux retraites ouvrières, provoqua, dès son apparition les critiques les plus véhémentes et les plus justifiées. La théorie étatiste s'y fait jour, pour la première fois, d'une façon non dissimulée, dans l'exposé des motifs :

« Toutefois un pareil régime (celui du décret de 1902) ne pouvait être que temporaire, il eût paru inadmissible que l'État, *propriétaire de la majeure partie des terres aurifères*, abandonnât tous *ses droits au métal précieux* moyennant un simple prélèvement de 5 0/0 sur l'or extrait. »

Et plus loin :

« L'heure paraît donc venue de mettre fin au régime sanctionné par les décrets de 1896 et de 1902 et de donner aux mines de Madagascar un

nouveau statut qui, tout en laissant aux concessionnaires les bénéfices sur lesquels ils sont en droit de compter légitimement, fera une plus large part à l'autorité concédante, *propriétaire* ou tout au moins souveraine du domaine exploité. »

« C'est dans cet esprit qu'a été préparé le décret, etc. »

« Ces taxes ne peuvent d'ailleurs constituer l'unique charge des exploitations *donnant des bénéfices exceptionnels*, c'est pourquoi le décret prévoit une participation fixée à 5 0/0 de l'excédent des bénéfices nets au delà d'un chiffre annuel de 250.000 francs. Le système de la déclaration contrôlée permettra d'apprécier ces bénéfices sans procédés vexatoires. »

Voici, traduit en chiffres concrets, les résultats fiscaux qui devaient résulter de cette conception.

Si nous prenons le périmètre type d'exploitation de 1.000 hectares, nous voyons que, sous le régime du décret de 1905, la redevance minimum perçue aurait été de :

Taxe à la surface 2 frs. par hectare	2.000 francs
Taxe sur la production environ 1 fr. par hectare au minimun..........................	1.300 —
Total..........	3.300 francs

On reste confondu devant de pareilles taxes appliquées à des gîtes alluvionnaires dont la pauvreté était cependant bien connue.

Quant aux gisements filoniens, un permis d'exploitation de 1.000 hectares aurait dû payer :

Taxe à la surface de 100 frs. par hectare ...	100.000 francs
Taxe minima sur la production	1.300 —
Taxe annuelle totale.............	101.300 francs

L'application intégrale d'un tel décret était, pour l'industrie minière de Madagascar, la ruine à brève échéance. L'administration locale, *qui n'avait même pas été consultée au préalable*, le reconnut elle-même et apporta quelques adoucissements dans l'application du règlement. En même temps les groupements miniers — Chambre des mines et Syndicats — s'employèrent de leur mieux pour en obtenir la modification.

Ce fut même là le seul bon résultat, — bien involontairement provoqué par les auteurs du décret, — de cette aventure; elle amena les prospecteurs et les exploitants à se grouper, à s'unir, à agir en un mot, et la conséquence directe a été la possibilité de réunir en 1911 un Congrès minier comme celui de Tananarive, unique dans les annales de nos colonies et qui trouvera sans doute des imitateurs. En tout cas, de telles manifestations rendent impossibles, dans l'avenir, la préparation et la promul-

gation de nouvelles législations minières coloniales sans consultation préalable des intéressés. Il est à présent abondamment démontré que ce concours direct des exploitants est le seul moyen de faire œuvre durable.

I. — MINES D'OR.

Abaissement de la taxe sur le brut. — C'est le grand cheval de bataille des exploitants, et cela se comprend aisément ; car la taxe de 7 0/0, équivalant à une charge d'environ 200 francs par kilogramme d'or brut produit, — est lourde à payer. J'ai démontré, comme Rapporteur de la section minière au Congrès de l'Afrique Orientale, que cette taxe représente une charge souvent égale, parfois supérieure, au profit net restant à l'exploitant, — au petit exploitant surtout — une fois ses frais entièrement payés. Aussi le Congrès minier a-t-il mis en tête de ses revendications la modération de cette taxe à 5 0/0, taux adopté dans toutes les colonies françaises en Afrique continentale. La Guyane française seule, avec sa taxe de 8 0/0 sur le brut (216 francs par kilogramme exporté), se trouve dans une situation pire encore pour les exploitants. C'est une colonie que je connais bien, dans laquelle j'ai des intérêts miniers considérables depuis près de quinze ans. Je déclare que c'est ce droit de 8 0/0, ajouté à un maraudage éhonté des placers, toléré et même officiellement encouragé à une certaine époque, qui est la cause du marasme dans lequel végète cette colonie essentiellement et même uniquement minière.

On m'a objecté que « jamais un droit de 7 0/0 sur le brut n'empêchera un banquier désireux de placer des titres de flotter une affaire à Madagascar ». C'est un paradoxe dont je goûte l'humour, mais que je ne considère pas comme sérieux. Dans toutes les négociations que j'ai conduites, les souscripteurs éventuels se sont toujours élevés avec force contre cet impôt direct prélevé avant tout amortissement, avant tout intérêt, même minime, au capital investi. Je puis citer, à ce point de vue, des chiffres éloquants, tirés de comptes rendus d'assemblées générales de sociétés minières très bien dirigées à la Guyane française, ayant à leur tête des hommes de toute première respectabilité. Pendant plusieurs années, alors que non seulement il n'était distribué aucun dividende, mais où il n'était réalisé que des pertes sensibles (116.000 fr. en 1903 ; 40 fr. de bénéfice en 1904 par une société au capital de 4 millions de fr. entièrement versés), la taxe de 8 0/0 sur l'or donnait à la colonie des rentrées de 80.000 à 90.000 francs ; je puis citer les noms si on le désire. A Madagascar, ce droit de 7 0/0 sur le brut ne se justifie en fait que par des considérations fiscales. L'abaissement à 5 0/0 entraîne un déficit de

200.000 francs environ dans les recettes. C'est un gros trou, et nous comprenons tous que le Gouvernement général ne puisse accepter, sans récupération possible sur un autre chapitre, une pareille diminution de recettes. C'est là, il faut le dire, que gît la difficulté, car, en principe, et publiquement, M. le Gouverneur général a marqué, dès qu'il a assuré la charge des destinées de la colonie, ses préférences pour des impôts miniers frappant le produit réel et non le produit brut :

« Jusqu'à présent, la taxe est perçue sur le produit brut. Cette disposition a été prise à une époque où on croyait trouver à Madagascar des richesses analogues à celles du Transwaal. On sait aujourd'hui que la vérité est beaucoup plus modeste. Pour encourager une industrie aussi intéressante, *mes préférences seraient pour une taxation au produit net*. L'état des finances permet-il une réforme de ce genre? C'est ce que j'étudierai avec le vif désir de la réaliser. » (Journal *le Temps*, numéro du 2 octobre 1910. — Le programme de M. Picquié.)

Avec une préférence aussi marquée en faveur de la modération de la taxe sur le brut, on peut espérer obtenir, à bref délai, du Gouverneur général, un abaissement du prix d'ordre du gramme d'or sur lequel est fixée la taxe de 7 0/0. On comprend en effet qu'on puisse, sans modifier le taux actuel de 7 0/0, arriver à une modération notable en estimant le gramme à 2fr,50 ou 2fr,60 au lieu de 2fr,80, chiffre appliqué actuellement. Or cette évaluation conventionnelle, ce prix d'ordre, est entièrement à la discrétion de M. le Gouverneur général.

Impôt sur l'or filonien. — Si l'impôt de 7 0/0 est lourd pour les exploitations alluvionnaires, dans lesquelles le capital investi est nul ou minime, où l'on peut par conséquent liquider, si les productions sont insuffisantes, sans pertes ni fracas, que peut-on dire de sa répercussion sur l'avenir de l'industrie filonienne à Madagascar, industrie encore à créer, qu'il faut encourager par tous les moyens possibles?

Ici, la question fiscale ne se pose pas : on est sur un terrain vierge. Aucune exploitation vraiment filonienne n'est encore en production effective. Les rentrées de ce chef sont donc nulles ; tout ce qui en arrivera est un profit net en sus le rendement actuel des mines alluvionnaires. On est donc à son aise pour inaugurer le principe reconnu par tous comme le plus désirable : la taxe sur les bénéfices.

J'ai saisi de la question le Congrès de Tananarive, qui, composé en majeure partie d'exploitants placériens, n'a pas attribué à ma proposition une importance bien grande. Les idées de la majorité de nos collègues étaient tournées vers la question d'urgence immédiate : l'abaissement du droit sur l'or alluvionnaire.

Au Congrès de l'Afrique Orientale du mois d'octobre 1911, à Paris, où

j'avais l'honneur d'être le rapporteur de la section des mines, j'ai pu, devant un auditoire composé de personnes moins directement intéressées à l'industrie placérienne qu'à Tananarive, mieux développer mes idées à ce sujet. Je n'ai cependant pas pu faire voter le vœu que j'avais présenté, tendant en principe à faire appliquer aux exploitations filoniennes le principe de la *déclaration contrôlée*, permettant d'apprécier les bénéfices sans procédés vexatoires et de baser sur ce bénéfice la proportion raisonnable à attribuer à la colonie, 10 0/0 par exemple.

Cette réminiscence de la loi de 1810, actuellement battue en brèche pour des raisons politiques, n'a pas obtenu la faveur du Congrès. J'ai même été combattu par certains intéressés, uniquement à cause de leur crainte de l'ingérence administrative dans leurs affaires particulières. Cette loi a cependant quelques bons côtés, si j'en crois les résultats qu'elle a donnés pendant plus d'un siècle d'existence et la difficulté qu'on rencontre à la remplacer par quelque chose de mieux. En réalité, en allant au fond des choses, on est émerveillé de voir une loi faite par des hommes éminents, mais qui ne pouvaient prévoir ni les étonnants progrès de la métallurgie, ni la découverte de métaux nouveaux, ni les profondes transformations dans les procédés et les prix des transports, ni les multiples applications à l'électricité, subsister sans trop d'accrocs à une transformation aussi radicale.

Ce qu'on a reproché à ma proposition je te répète, c'est l'ingérence de l'Administration dans les comptes des exploitants, mais on a voté un texte qui le sous-entend aussi.

De toutes façons, il a été reconnu que la taxe sur l'or produit par des exploitations filoniennes ne devra pas être établie sur le produit brut, mais sur ce produit, *déduction faite des frais de traitement, fixés à forfait.* En pratique, chaque mine devra avoir un prix forfaitaire différent, car les conditions techniques et les frais de traitement varient considérablement d'une mine à l'autre. Les produits sont aussi de valeur bien différente, suivant qu'il s'agira de mines du Nord (or à 750 millièmes) ou de gîtes de l'Imerina, type interstratifié (or à 980 millièmes). On en reviendra somme toute à une déclaration individuelle contrôlée pour fixer l'assiette de l'impôt à prélever sur chaque exploitant. C'est l'essence même de ma proposition et c'est tout ce que je demande.

Abonnement à la redevance proportionnelle. — Un Décret récent (3 août 1911) est venu faciliter le paiement de la redevance due par les exploitations minières de la Métropole, par l'abonnement d'une durée maxima de cinq années, ce qui dispense, pendant tout ce laps de temps, de l'évaluation annuelle administrative.

L'abonnement peut porter soit sur la somme totale à payer annuelle-

ment comme redevance proportionnelle, soit sur la somme à payer par tonne, qui sera effectivement vendue ou livrée chaque année, en distinguant, s'il y a lieu, les produits par catégorie d'après leur nature.

Cette disposition, si elle était adoptée à Madagascar, ou toute autre mesure similaire faciliterait la création très désirable d'usines de broyage des minerais d'or travaillant à façon (*Custom mills* des Américains). Ces usines permetteraient aux exploitants sans capitaux, aux sociétés débutantes et aux prospecteurs de tirer parti des minerais aurifères qu'ils auraient découverts sans être obligés de recourir à la construction dispendieuse d'une usine de broyage et d'amalgamation. Dans l'état actuel de la législation, si on l'appliquait à la lettre, il serait impossible de faire sortir du minerai d'or d'une concession pour le porter sur un terrain voisin où le moulin serait érigé, même si les deux terrains appartenaient au même propriétaire !

On peut se faire une idée des difficultés inextricables qui résulteraient de cet état de choses, si on n'y portait pas remède. Je n'en veux pour preuve que la réglementation qui a été établie pour l'exportation des minerais d'argent, à la suite de la découverte de quelques blocs ou dendrites d'argent natif dont j'ai parlé plus haut dans la mine de Betankilaotra (district d'Andavakoëra-Est). L'aspect seul du minerai prouvait qu'il s'agissait d'une action locale de précipitation secondaire et que de tels minerais ne constituaient qu'une exception minéralogique.

Voici la réglementation qui a été prescrite :

« L'exploitant qui désirera faire des expéditions devra, quinze jours à l'avance, en donner avis *au commissaire des mines résidant dans le port où l'embarquement des minerais sera effectué* et qui procédera à l'échantillonnage méthodique des minerais à expédier.

« L'échantillon moyen prélevé par le commissaire des mines sera établi en triple exemplaire : l'un sera envoyé au Chef du service des mines par le Commissaire des mines qui adressera le second au laboratoire de chimie de Tananarive : le troisième sera remis à l'exploitant, si ce dernier le désire.

« Les résultats de l'analyse effectuée par le laboratoire de chimie feront foi et serviront à établir les droits à payer à la colonie aussi bien pour l'argent que pour les autres substances soumises à la taxe, *sans que l'exploitant puisse soulever de réclamation.* (A quoi sert alors le troisième échantillon qu'on se propose de lui remettre ?)

« Les exportations seront accompagnées d'un laissez-passer établi sur les lieux d'extraction et que le commissaire des mines *annotera* (?) après prélèvement des échantillons. »

Il est heureux pour les commissaires des mines, déjà surchargés de travail, que de tels minerais, trouvés seulement en quantités minimes,

ne réclament pas leur intervention fréquente. Des minerais d'argent ayant à s'embarquer à Ananalava, par exemple, ce qui n'aurait rien d'impossible, port où il n'existe pas de contrôleur des mines résidant, coûteraient cher à la colonie comme échantillonnage méthodique, plus cher probablement que la rentrée à espérer. Pour tous ces mouvements de minerais, la déclaration (pouvant être contrôlée) ou l'abonnement seraient des mesures bien préférables pour la colonie aussi bien que pour les exploitants.

Nouvelle législation minière de l'Afrique occidentale française. — Dans cette nouvelle législation minière actuellement en cours de préparation au ministère des Colonies, au sujet de laquelle on m'a fait l'honneur de m'inviter à formuler mes observations, j'ai eu la satisfaction de constater que les principes pour lesquels je combats depuis plus de vingt ans, établissant la taxe sur le *produit net* et non sur le *poids brut* de l'or produit, est enfin admis, à titre facultatif il est vrai, mais facultatif de la part des intéressés, de sorte qu'il n'y a pas de doute sur son application : tout le monde en demandera le bénéfice.

Voici le texte de l'article du projet de décret qui consacre cet important projet ;

« Art. 41. — Les produits extraits des mines, soit par travaux de recherches, soit par exploitation de concession sont soumis à une taxe proportionnelle fixée à 5 0/0 de leur valeur calculée sur les lieux d'extraction :

« Les bases de cette évaluation et les conditions de perception de cette taxe, ainsi que les conditions de circulation des produits, seront fixées par des arrêtés pris par le Lieutenant gouverneur de la colonie, après avis du service des mines et approuvé par le Gouverneur général de l'Afrique occidentale française.

« *Pour les concessions, cette taxe pourra, après une année au moins d'exploitation*, **à la demande du concessionnaire, être remplacée par une redevance de 10 0/0 sur le produit net de l'exploitation** *pendant l'année précédant celle pour laquelle la taxe est due. Dans ce cas, la taxe proportionnelle sera, comme la taxe superficielle, exigible par année et d'avance.*

« *Ce mode de calcul, une fois choisi, sera définitif.* »

Ce précédent entraînera, j'en ai la conviction, l'adoption de ce principe, le seul équitable, dans toutes nos législations minières futures relatives aux exploitations filoniennes aux colonies.

II. — MINES COMMUNES

Les Congrès de Tananarive et de Paris ont eu à examiner, à propos des modifications à apporter dans le régime légal des mines communes, la question du droit, revendiqué par la colonie, de procéder, pour son propre compte, au bornage et à des recherches de mines communes sur des terrains qu'elle ferme ainsi à l'activité des prospecteurs, avec l'intention, une fois les recherches finies, de mettre les gisements ainsi reconnus aux frais des contribuables, en adjudication publique.

Ainsi présentée, cette doctrine étatiste n'avait guère de chances d'être goûtée par des congressistes coloniaux, naturellement portés à l'indépendance et à la protection de l'initiative privée, ce puissant et précieux ressort des pays neufs.

Les explications très claires échangées au cours des débats ont établi tout d'abord un premier point : c'est que la colonie n'a jamais fait de prospections pour les métaux précieux et qu'il n'entre pas dans ses vues de s'y adonner.

Ensuite, ramenant la question au fait concret des travaux exécutés par l'Administration sur des affleurements de houille dans les environs de Bénénitra, il a été exposé que c'est à la suite d'une mission de feu le capitaine Colcanap dans la région du sud-ouest de la colonie que le terrain houiller fut découvert. On a déjà lu plus haut (page 222) l'historique de cette découverte, je n'y reviendrai pas ici. Or le capitaine Colcanap, fonctionnaire de la colonie, agissant en cette qualité dans sa mission dans le sud, arrivait à mettre en évidence l'existence de véritable houille, de qualité médiocre, il est vrai, mais qui démontrait cependant la possibilité de trouver du charbon industriellement exploitable à Madagascar.

Que pouvait faire l'Administration en présence de cette situation ? Pouvait-elle dire à quelques-uns : il y a là-bas des mines de charbon, précipitez-vous pour y planter un bornage ? Elle ne l'a pas pensé et elle a préféré pousser l'expérience jusqu'au bout. La colonie n'a nullement l'intention d'exploiter elle-même, mais, se trouvant en face d'un fait constaté, elle a voulu faire bénéficier la collectivité. C'est la seule solution qui se présentât à elle, *mais cette solution ne peut pas être considérée comme devant être une solution habituelle.*

Ramené à ces proportions, il ne doit rester de cet incident que l'impression très nette exprimée par les deux Congrès à ce sujet. Loin de

condamner les prospections d'ordre scientifique faites par les fonctionnaires de la colonie dans un but d'intérêt général, les exploitants les appellent de tous leurs vœux. Les résultats de tels travaux doivent, au fur et à mesure de leur obtention, recevoir la publicité la plus large, tant au *Journal officiel* de la colonie que dans les publications officielles : *Annuaire de Madagascar*, *Bulletin économique*, etc. A l'initiative privée seule doit revenir le soin de mettre en œuvre ces matériaux.

Les fonctionnaires du service des mines peuvent, dans cet ordre d'idées, rendre de grands services à l'industrie minière en publiant les études géologiques que leurs tournées d'inspection leur permettent de faire, tout en conservant la réserve, dans leurs appréciations économiques, que leur imposent leur situation. Il y a d'ailleurs dans le *Bulletin économique* de nombreux travaux de ce genre, qui m'ont été de la plus grande utilité et que j'ai cités nombre de fois dans le cours de cet ouvrage, notamment les mémoires de MM. Mouneyres, Colcanap, Vuillaume, Perrier de la Bathie, Gautier, etc., tous extrêmement utiles et intéressants par les déductions pratiques qu'on en peut tirer. L'Administration, en encourageant les travaux de cette nature, aidera bien plus efficacement au développement minier de la colonie qu'en procédant elle-même à des travaux d'investigation, pour lesquels elle ne dispose ni des fonds, ni, en général, du personnel technique nécessaire...

Durée du permis de recherches. — La durée du permis de recherches est d'un an ; *il peut être renouvelé si l'Administration le juge à propos*, dit l'article 7. Le texte ici dit clairement que le renouvellement n'est pas un droit pour le permissionnaire, mais est laissé au pouvoir discrétionnaire de l'Administration.

Ce pouvoir discrétionnaire se comprend fort bien, à raison de la liberté laissée aux recherches et de l'absence de taxes importantes, mais on peut trouver que le délai d'un an est fort court pour la recherche de mines autres que l'or, alors que, dans la Métropole, où les moyens d'investigation abondent, ce délai est de deux ans au minimum. Il est vrai que le décret du 20 juillet 1897 ne limite pas le nombre de renouvellements que l'Administration peut consentir.

Les Congrès de Tananarive et de Paris paraissent avoir trouvé une formule de nature à concilier tous les intérêts en présence, par l'adoption du vœu suivant :

« Que le permis annuel de recherches soit renouvelable pour cinq ans, les deux premières prorogations étant de droit.

« Que tous les bornages existants soient renouvelés jusqu'à la promulgation du nouveau décret minier actuellement à l'étude. »

Point de départ de la durée du permis de recherches. — Il y a, dans le décret, une lacune à combler au point de vue de la date réelle à partir de laquelle commence la durée du permis de recherches. La pratique du service des mines est la suivante : il considère comme date initiale celle à laquelle a été pris le permis de 25 francs au moyen duquel le prospecteur peut se rendre utilement sur les lieux qu'il se propose d'explorer. Tout le temps employé pour son voyage, sa prospection préalable, la pose de ses poteaux-bornes, ses déclarations à l'administrateur de la province, la transmission à Tananarive, l'enquête et les demandes de renseignements complémentaires, compte dans la durée de sa première année, bien que, pendant toute la durée de ces opérations préalables, il ne puisse pas jouir de son droit. Ce n'est évidemment pas ce qu'a voulu le législateur.

Comme le fait très judicieusement remarquer M. P. de Valroger dans son *Étude sur la législation des mines dans les colonies françaises*, tome I, ce n'est même pas la date de l'arrêté conférant le permis qu'on doit prendre en considération, mais la *date de sa publication*. Il me semble qu'il ne peut y avoir aucun doute à ce sujet : la durée de validité ne doit partir que du jour de la publication au *Journal officiel de la Colonie :* c'est, en effet, à partir de ce moment seulement que le prospecteur peut, par la connaissance qu'il a de la mesure le concernant, commencer à jouir de son droit. En faisant partir le délai de validité de la date de prise du permis de 25 francs, ainsi que cela se pratique actuellement, l'intéressé ne jouit jamais, intégralement, du délai prévu par la loi. L'Administration contre-balance cette exigence par une large facilité dans les renouvellements, mais il est préférable qu'une décision nette intervienne à ce sujet, de façon à réduire au minimum les interprétations ou tolérances laissées à l'appréciation ou à la mansuétude de l'Administration. Ce sont là des pouvoirs dangereux qu'on lui confie dans notre régime démocratique, épris de justice, d'égalité et de clarté mais ombrageux pour toute tolérance pouvant être interprétée comme une faveur.

L'idéal d'une législation coloniale doit être le *déclanchement automatique* des diverses phases de l'instruction et de l'institution de la concession, avec, à la base, le respect absolu du droit du premier occupant.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

J'espère avoir démontré, au cours de cette étude de l'état actuel de l'industrie aurifère à Madagascar, la somme très réelle d'efforts et de travaux, aussi bien d'ordre scientifique que du domaine de la pratique, dont les mines de la colonie ont été l'objet depuis la conquête. Comme je l'ai dit au début, il ne faut pas perdre de vue, dans le jugement à porter sur cette branche de notre activité industrielle à Madagascar, le court laps de temps, onze ans à peine, qui s'est écoulé depuis la pacification définitive et complète du pays.

Une autre constatation que mes monographies mettent en évidence, c'est la très faible somme d'argent qui a jusqu'ici été employée en travaux effectifs dans les mines de la colonie. Un seul puits a été creusé jusqu'à 43 mètres de profondeur. Deux ou trois autres avaient, à l'époque de ma visite, de 20 à 25 mètres de profondeur. On considère avoir déjà fait une œuvre qui compte quand on a pratiqué sur les affleurements des descenderies atteignant 12 à 15 mètres de longueur mesurée suivant la pente. Sur deux points seulement j'ai trouvé des pompes d'épuisement à vapeur, insuffisantes l'une et l'autre.

En un mot on ne connaît encore des filons, à Madagascar, que les affleurements ou les parties tout à fait superficielles des gîtes.

C'est dire que l'opinion généralement répandue en France et en Angleterre, à savoir que les mines de Madagascar — aussi bien celles d'or que des métaux communs — sont pauvres, inexploitables par les procédés modernes, convenant seulement à l'orpaillage en achetant l'or aux indigènes sans risquer un sou en immobilisation, est basée sur l'ignorance dans laquelle on se trouve des conditions réelles de ces gîtes.

Mon but en écrivant cet ouvrage a été de remettre les choses au point en donnant un tableau fidèle de l'état actuel des affaires minières dans la colonie, et, tout en mettant en garde les intéressés contre un emballement irréfléchi, cause de la si fâcheuse inflation de 1905 dont nous payons encore les conséquences, j'espère avoir donné la preuve que nombre d'affaires aurifères, basées non seulement sur l'exploitation des gîtes

aurifères interstratifiés de l'Imerina, mais aussi sur les gisements encore si mal prospectés du nord de la colonie, accompagnant les filons d'Andavakoëra, peuvent, avec très peu de frais, être mises en état de recevoir des batteries de pilons sans risque de voir ces derniers chômer faute d'aliments.

J'ai cherché aussi à dégager les lois d'enrichissement qui président à la répartition de l'or interstratifié, d'abord afin de faciliter aux prospecteurs la recherche et la mise en valeur des gisements filoniens, dans lesquels je vois l'avenir minier du pays, et aussi pour indiquer les bases sur lesquelles doivent à mon avis s'établir les principes de l'échantillonnage, si délicat, des gîtes de ce genre en vue de leur préparation pour une vente, cession ou mise en société.

L'étude détaillée des filons ne doit cependant pas faire négliger les alluvions, car elles ont aussi un rôle à jouer pendant encore nombre d'années, et même un rôle très important dans la production aurifère de la colonie. Les procédés malgaches actuels resteront sans aucun doute les méthodes à recommander dans tous les cas où la pauvreté et le faible développement des gîtes ne comporteront pas de frais d'immobilisation et d'organisation industrielle du travail qu'entraîne l'emploi des sluices; mais ces derniers finiront par obtenir droit de cité à Madagascar comme dans tous les autres pays à alluvions aurifères. C'est le seul moyen pour les exploitants d'abaisser le prix de revient du gramme d'or retiré de leurs terrains.

Notons aussi, comme rentrant dans l'industrie alluvionnaire proprement dite, les affaires de dragages aurifères, notamment dans le district de Mananjary (bassins de la Maha et de la Saka) qui paraissent appelées à un avenir certain si on consolide d'abord en un petit nombre de mains, les piquets trop nombreux qui empiètent les uns sur les autres et si on emploie aussi des dragues modernes et puissantes installées et conduites par des spécialistes.

Les conditions générales de climat, de force motrice hydraulique, de vivres frais et de légumes verts d'Europe, si utiles pour assurer le bien-être et la santé du personnel européen sont, on le sait, réunies sur le plateau de l'Imerina, mieux que dans toute autre colonie située sous les tropiques. C'est là un point sur lequel il convient d'insister, car il est capital dans la pratique.

Les indications détaillées que j'ai données au sujet de la main-d'œuvre sans dissimuler la difficulté de s'en procurer en abondance, démontrent cependant que le problème n'est nullement insoluble. Avec de la patience et de bons cadres, on arrive à utiliser les antaimoros d'une manière satisfaisante. La preuve en est faite, sur une grande échelle, aux mines du nord de la colonie et sur certains placers bien installés.

Si maintenant, nous passons des mines d'or aux autres richesses minérales de Madagascar, nous voyons apparaître, en première ligne, la question des exploitations de pétrole. Elle a fait un grand pas depuis l'époque de mon arrivée dans la colonie, ou on ne parlait que de bitume. Évidemment on n'en est pas encore à la période d'exploitation, et il convient, comme je le disais plus haut, de ne pas tomber dans l'emballement. Mais,



FIG. 151. — Service public entre Tananarive et Mananjary.

d'autre part, il y a un fait acquis, c'est que les huiles épaisses de Folakara ne sont pas des bitumes, mais des naphtes véritables simplement oxydés par le voisinage de la surface. J'ai démontré en outre la vaste extension du bassin permo-triasique naphtifère sur la côte ouest. Il y a évidemment là un élément d'avenir des plus intéressants pour la colonie. Il suffira pour le déclancher de quelques sondages heureux.

Les travaux du regretté capitaine Colcanap doivent aussi avoir une suite. On commence à se rendre mieux compte des conditions géologiques dans lesquelles se présente le bassin houiller permien du sud-ouest de Madagascar. Ma conclusion à ce propos est que seuls des sondages profonds dans le voisinage du centre probable de ces dépôts houillers cachés sous les grès du trias, sont susceptibles de donner une réponse définitive à la question de la houille industriellement exploitable à Madagascar.

Enfin, parmi les exploitations de métaux et des minerais communs, je citerai en première ligne l'industrie naissante et florissante du graphite, elle se présente sous les plus heureux auspices. La qualité de ses produits pourra rivaliser avec les meilleures marques connues, lorsque les procédés d'enrichissement seront arrivés au degré de perfection déjà atteint dans les autres pays producteurs. C'est sur ce point que doivent porter les efforts des exploitants, car la multiplicité des gisements actuellement connus, la puissance des couches graphitiques et la facilité de l'exploitation ne sauraient faire de doute pour personne.

Les minerais de cuivre, aussi bien ceux qui appartiennent aux formations de contact dans l'archéen que ceux, très rapprochés de la mer, qui se manifestent sur de nombreux points dans les formations éruptives de la côte ouest, sont dignes aussi d'attirer l'attention des prospecteurs. Il en est de même pour le nickel et pour les autres métaux usuels que le manque de voies de communication ont fait négliger jusqu'ici.

J'attire particulièrement l'attention des chercheurs sur les minerais uranifères, qui sont l'objet d'une demande sans cesse croissante. Tout porte à penser que de nombreux gisements de ces substances rares seront trouvés à Madagascar.

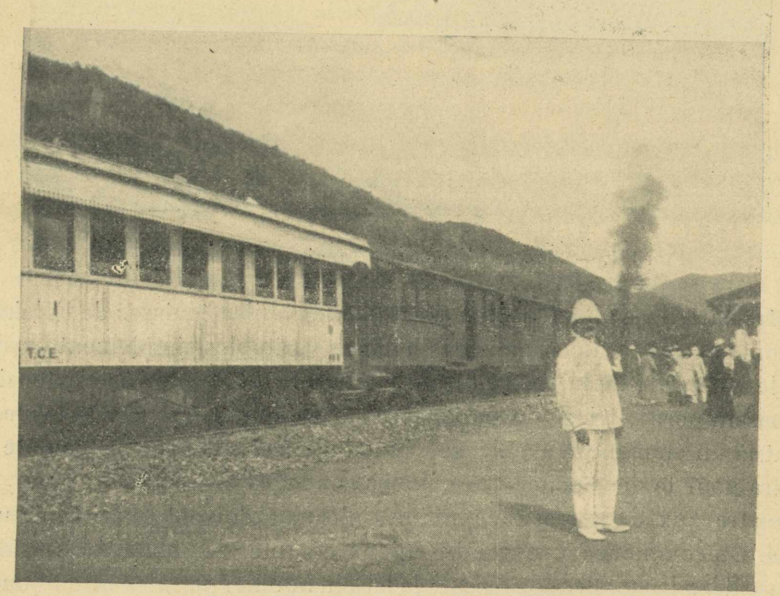


Fig. 152. — Une gare en Imerina.

Les pierres précieuses colorées et les pierres d'ornement sont l'objet d'une exploitation assez active, qui n'est limitée en fait que par la difficulté d'écouler, à un prix rémunérateur, les produits sur les marchés d'Europe. Tous les efforts doivent tendre à en trouver la vente directe en

France, au lieu de passer, comme cela se pratique en ce moment, par l'intermédiaire coûteux de l'étranger.

Évidemment, nous ne sommes arrivés encore, à Madagascar, qu'à une ébauche d'industrie minière et, tant que des voies de communication et de pénétration n'auront pas été établies, on ne pourra mettre en valeur que des points privilégiés à l'intérieur ou des gîtes littoraux. Heureusement que pour l'or, qui a été jusqu'ici le principal objectif, ces difficultés s'atténuent, vu qu'elles ne s'appliquent qu'au transport initial du matériel et à celui des vivres et des personnes; mais, même réduites à ces proportions, elles doivent entrer en ligne de compte.

Des progrès considérables ont été réalisés dans ces derniers temps. L'ouverture du chemin de fer de Tamatave à Brickaville sera un fait accompli dès les premiers mois de l'année 1913. La construction de la ligne Tananarive-Antsirabé sera aussi incessamment entreprise. Les routes d'Antsirano aux placers de l'Ankavakoëra et d'Antsirano à Anamakia sont ouvertes à la circulation publique depuis les premiers jours de février 1912.

Un avis à l'*Officiel* de la colonie fait connaître au public que le service des transports par voitures automobiles, qui fonctionne deux fois par semaine de Tananarive à Ambositra est prolongé jusqu'à Fianarantsoa avec embranchement sur Mananjary et fonctionne deux fois par semaine depuis le 12 février 1912.

La distance de Tananarive à Fianarantsoa (404 kilomètres) est franchie en deux jours.

Tous les colons et prospecteurs de la région des hauts plateaux applaudissent à la nouvelle mesure prise par M. le Gouverneur général Picquié.

Tananarive se trouvera ainsi en relation rapide avec Mananjary, qui occupe le troisième rang parmi les ports de la côte orientale.

La rapidité des communications entre Tananarive et Mananjary, la facilité donnée ainsi aux colons qui y habitent de venir se reposer sur les plateaux, auront notamment pour effet de favoriser le développement d'une des régions minières (600 kilogrammes d'or par an) les plus productives de Madagascar.

Grâce au plan de campagne établi par le Gouverneur général, ce mouvement, loin de se ralentir, sera doté chaque année de crédits suffisants pour donner satisfaction aux besoins les plus pressants. Ce sont là des garanties de développement que je ne pouvais passer sous silence en résumant la situation actuelle de la colonie, si rassurante et si pleine de promesses d'avenir.

La multiplicité des chutes naturelles d'eau, que j'ai signalées à plusieurs reprises dans le corps de cet ouvrage, ouvre des perspectives industrielles qui ont reçu déjà un commencement d'exécution.

Jusqu'ici, c'est principalement le fleuve Ikopa dont les chutes ont été utilisées sur deux points différents pour créer de l'énergie électrique : à l'usine du Tendro pour l'enrichissement des graphites et, en amont de Tananarive, pour l'éclairage de la capitale. Ces derniers travaux ont nécessité la création d'un grand barrage en maçonnerie avec déversoir, vannes de décharge, etc., dont la photogravure de la figure 153 donne une idée assez exacte.

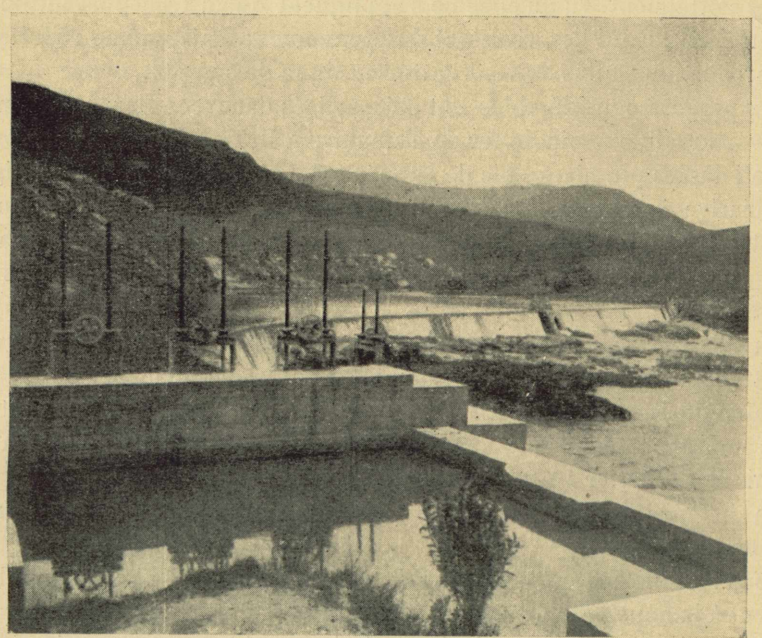


Fig. 153. — Captage de force sur l'Ikopa. (Eclairage électrique de Tananarive.)

Un colon hardi et entreprenant, M. Georger, a installé aussi un captage pour actionner un moulin à moudre le blé indigène à Antsirabé. J'ai signalé aussi diverses petites intallations de broyage de quartz actionnées hydrauliquement, mais ce n'est encore qu'un embryon à côté de ce qui peut être réalisé dans cette voie nouvelle.

Arrivé au terme du programme que j'avais fixé pour l'exposé des résultats de la mission qui m'a été confiée par M. le ministre des Colonies avec l'approbation de M. le Gouverneur général de Madagascar, je ne me dissimule pas les lacunes de mon étude : on ne résume pas dans un simple volume tous les éléments de richesse minière d'un pays plus grand que la France, encore inexploré sur bien des points. Les connaissances géologiques qui constituent la base essentielle de l'industrie des mines ne s'acquièrent que peu à peu, par l'effort continu des observations sur le terrain et des synthèses successives, tendant à établir d'une façon de

plus en plus précise les lois qui président à la répartition des minéraux dans leurs gîtes naturels. Je m'estimerai heureux si la contribution que j'ai tenté d'apporter par le présent ouvrage peut être de quelque utlité dans le développement futur de l'industrie minière de notre grande colonie de l'océan Indien.

STATISTIQUE

DE LA PRODUCTION DE L'OR A MADAGASCAR DEPUIS L'ÉPOQUE DE LA CONQUÊTE JUSQU'A FIN 1911.

ANNÉES	PRODUCTION EN KILOGRAMMES	PRODUCTION VALEURS EN FRANCS
	Kilogrammes	Francs
1896	37.402	112.206
1897	79.115	213.612
1898	124.630	337.552
1899	386.612	1.070.825
1900	1.114.503	3.343.500
1901	1.045.000	3.125.000
1902	1.295.114	3.885.342
1903	2.013	6.039.000
1904	2.552	7.658.000
1905	2.370	7.110.000
1906	2.238	6.690.000
1907	2.940.020	8.820.000
1908	3.149.334	9.448.002
1909	3.696.869	11.090.000
1910	3.234.932	9.704.796
1911	2.850.043	8.550.123

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

CHAPITRE I

LE PLATEAU CENTRAL DE MADAGASCAR

MONOGRAPHIES DES PRINCIPALES CIRCONSCRIPTIONS MINIÈRES

I. — Circonscription minière de Mananjary

II. — Gisements du centre de Madagascar

III. — Gisements aurifères de l'Ouest

IV. — **Mines du nord de Madagascar (Région d'Andavakoëra)**

Étude des gisements entre l'Antsiatsia et la Mananjeba

Étude des gisements aurifères situés à l'est de la Mananjeba

Gisements aurifères de la portion centrale d'Andavakoëra

PIERRES PRÉCIEUSES

GRAPHITE

MINÉRAUX RADIFÈRES

CUIVRE, PLOMB ET ZINC

NICKEL ET AUTRES MÉTAUX

GISEMENTS DE PLATINE

AMIANTE ET ASBESTE

CHAPITRE II

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

Le charbon à Madagascar

Le trias de Madagascar

Prolongement au nord-est du bassin triasique

Navigation et transports sur les rivières de l'Ouest

CHAPITRE III

TERRAINS ÉRUPTIFS ET VOLCANIQUES

Gisements de cuivre de l'Ambongo

CHAPITRE IV

MAIN-D'ŒUVRE ET LÉGISLATION MINIÈRE

I. — MAIN-D'ŒUVRE

A. — Amélioration des rendements

C. — Organisation administrative des camps miniers

D. — Immigration

II. — LÉGISLATION MINIÈRE

I. — Mines d'Or

II. — Mines communes

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Statistique



INDEX ALPHABÉTIQUE

Les chiffres en **caractères gras** indiquent les pages où le sujet est principalement traité.

Les chiffres suivis d'un astérisque (*), indiquent des illustrations ou dessins se rapportant au sujet.

ABRÉVIATIONS PRINCIPALES

Prof.	Professeur.	All.	Alluvions aurifères.	Riv.	Rivière.
Dr.	Docteur.	F.	Filons —	Fl.	Fleuve.
Cap.	Capitaine.	Cal.	Californie.	Guy.	Guyane française.
Lt.	Lieutenant.	Can.	Canada.	Sib.	Sibérie.
Toby.	Camp minier.	Cr.	Crique, rivière.	U.S.A.	États-Unis d'Amérique.

A

B

C

F

G

H

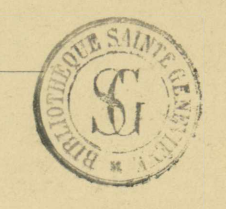
M

Q

T

U

V



Tours, imp. Deslis Frères et Cie, 6, rue Gambetta.

En vente à la Librairie H. DUNOD et E. PINAT, Éditeurs

47 et 49, Quai des Grands-Augustins, PARIS (VIe)

Guide pratique du prospecteur à Madagascar, par David LEVAT, ingénieur civil des Mines. In-8° 14 × 22 de 132 pages, avec 38 figures et 1 carte hors texte. Broché, 6 francs ; cartonné.................... 7 fr. 25

Constitution géologique. Exploitation des placers. Recherches des placers. Progrès à apporter à l'exploitation placérienne. Prospection et mise en valeur des filons.

L'industrie aurifère, par David LEVAT, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur civil des Mines, membre du Comité supérieur des colonies. In-8° 16 × 25 de XVI-900 pages, avec 253 figures et planches. Broché, 30 fr. ; cartonné.. 3[illegible] fr.

Considérations générales. Propriétés de l'or. *Extraction de l'or de ses minerais.* Généralités. Alluvions aurifères. Prospection et cubage des placers. Méthodes d'exploitation des alluvions. *Filons.* Généralités. Traitement du quartz aurifère avec or libre. Traitement des quartz contenant de l'or non amalgamable. Chloruration. Cyanuration. *Monographies d'installations types.* Revue de la production mondiale en 1904. Divers. *Conclusions.* Index alphabétique (1.850 rubriques).

Guide pratique pour la recherche et l'exploitation de l'or en Guyane française, par E.-D. LEVAT, ingénieur civil des Mines, chargé de mission en Guyane. Ouvrage honoré d'une souscription du Ministère des Colonies. In-8° 16 × 25 avec 6 planches.................... 9 fr.

La Guyane française en 1902, par E.-D. LEVAT. In-8° 16 × 25 de 130 pages, avec 24 photogravures hors texte et 3 planches............ 4 fr.

Les richesses minérales de l'Algérie et de la Tunisie, par P.-F. CHALON, ingénieur conseil pour les mines. In-8° 14 × 23 de 100 pages, avec 1 carte.................................... 4 fr. 50

Généralités géologiques. Minerais de fer. Pyrites de fer. Minerais de cuivre. Minerais de zinc et de plomb. Phosphates de chaux. Législation des mines.

Étude sur les gisements métallifères de l'Algérie (*Minerais autres que ceux du fer*), par M. DUSSERT, ingénieur au corps des mines. In-8° 14 × 22 de 180 pages, avec 15 figures et 4 planches.................... 4 fr. 50

Minerais et gangues. Gîtes des départements d'Oran, d'Alger et de Constantine. Gîtes de plomb, de zinc, de cuivre, de mercure et d'antimoine. Gîtes filoniens. Imprégnations dans les couches calcaires, gréseuses, marneuses, etc. Amas calaminaires. Statistique.

Les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie, par E. GLASSER, ingénieur des Mines. In-8° 16 × 25 de 560 pages, avec 6 planches.... 10 fr.

Les différentes formations géologiques de la Nouvelle-Calédonie. Les mines de nickel. Les minerais associés à la formation des serpentines nickellifères. Gisements métalliques divers. Gisements houillers. Conditions de l'industrie minière en Nouvelle-Calédonie.

Richesses minérales des possessions russes en Asie centrale. Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique sur les richesses minérales de la Boukharie et du Turkestan russe, par M. E.-D. LEVAT, ingénieur civil des Mines. In-8° 16 × 25 avec 5 planches.................... 7 fr. 50

Géographie et géologie. Transports. Navigation : à vapeurs par kaïouks. *Placers aurifères :* Méthodes sartes pour l'exploitation des sables aurifères en Boukharie orientale : Travaux à ciel ouvert. Travaux souterrains. Monographie des placers. Exploitation des alluvions. *Combustibles minéraux :* Charbons. Pétrole. *Mines métalliques :* Mines de fer, mines de cuivre, sel marin et sels divers. Annexes.

TOURS, IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES ET Cie, 6, RUE GAMBETTA.

